

CONTRIBUTOS PARA UMA MAIOR E MELHOR UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE PINHO BRAVO EM PORTUGAL

CÉSAR NUNO PIRES GONÇALVES

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES CIVIS

Orientador: Prof. Doutor José Manuel Marques Amorim de A. Faria

JANEIRO 2010

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2009/2010

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ miec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2009/2010 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2009.*

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respectivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão electrónica fornecida pelo respectivo Autor.

AGRADECIMENTOS

Após a conclusão deste trabalho, gostaria de deixar o meu muito obrigado a todas as pessoas que me ajudaram e me deram incentivo para a realização do mesmo.

À minha namorada Lurdes, que muito me apoiou e incentivou.

Às Construções Europa Ar-Lindo S.A., especificamente ao meu Director, Eng. Vitor Coelho, por me ter dado toda a liberdade para dispor do tempo necessário para a elaboração deste trabalho.

Gostaria, no entanto, de destacar o meu Orientador, Professor Doutor Amorim Faria, por toda a colaboração, disponibilidade e sobre tudo pela própria motivação que teve para contribuir na elaboração deste trabalho.

RESUMO

A Floresta Portuguesa tem sido alvo nos últimos anos de algum desmazelo e desorganização no que se refere à política existente de planeamento e ordenamento das produções silvícolas, neste caso concreto, do Pinho bravo. Não se tem tido o cuidado necessário para que a produção desta espécie seja de boa qualidade nem muito menos que a utilização da matéria-prima proveniente das florestas permita a elaboração de produtos de grande valor acrescentado, sendo que grande parte da produção seja utilizada para o fabrico de paletes, biomassa, pellets, entre outros.

Com base na situação existente, é urgente fomentar o desenvolvimento de uma floresta sustentável que nos permita extrair matéria-prima de boa qualidade num futuro próximo, sendo que a produção deveria ser selectiva, isto é, orientada para as necessidades da indústria da madeira e do consumidor final.

Nesta dissertação são abordados vários temas relacionados com o Pinho bravo nomeadamente, as suas características físicas e mecânicas, as quais nos permitirão saber os usos mais adequados para a madeira.

As varia fases de transformação da madeira são referidas, descrevendo os processos a seguir e os produtos aos quais darão origem as diferentes fases de transformação.

Os processos de secagem e tratamentos preventivos são de grande importância, pois deles depende a durabilidade e o bom desempenho dos produtos fabricados com madeira de Pinho bravo entre outras. Não basta ter uma boa silvicultura se o tratamento dado à madeira não for o adequado.

Os artigos fabricados com este tipo de madeira, como são, mobiliário, paletes, embalagens, componentes para a construção e os diferentes tipos de painéis de madeira, são descritos nesta dissertação, caracterizando-os e descrevendo os processos de fabrico, assim como, a sua importância para a indústria da madeira e para a economia de Portugal.

Numa fase final é feita uma análise da situação actual da Fileira da Madeira em Portugal. São dadas algumas sugestões de medidas que devem ser tomadas para melhorar e aumentar a produção de madeira de Pinho bravo de maneira a que esta matéria-prima seja melhor aproveitada, uma vez que é um recurso natural de elevadíssima qualidade, mas que neste momento esta a atravessar uma fase de declínio motivado pela má fama que adquiriu no passado quando foi utilizado para fins que não eram os mais adequados.

Não obstante os esforços para melhorar a qualidade da madeira de Pinho bravo, não se pode esquecer a importância que têm uma boa estratégia de marketing para promover os produtos tanto a nível Nacional como Internacional uma vez que é muito mais vantajoso exportar produtos acabados com marca portuguesa do que exportar apenas a matéria-prima.

PALAVRAS-CHAVE: Pinho bravo, Floresta sustentável, Produção selectiva, Transformação da madeira, Usos de valor acrescentado.

ABSTRACT

In recent years, the Portuguese Forest has been subject of some sloppiness and disorganization with respect to the existing policy of planning and management of forestry products, this is the case of “*pinus pinaster*”. In the production of this species, no care has been taken in order to achieve good quality individuals, neither that the use of raw materials from forests allow us the making of products with high added value, and so most of the production is used for the pallet manufacturing, biomass, pellets, among others.

Based on the current situation, it's urgent to promote the development of a sustainable forest that allows us to extract raw materials of good quality in the near future. Production should be selective, from now on, geared both to the timber industry and consumer needs.

In this dissertation, several issues related with the “*pinus pinaster*” are approached, including their physical and mechanical characteristics, which will allow us to know the most appropriate uses for this type of wood. Several stages of wood processing are covered, describing the processes to follow and the products generated by them. The drying and preventive treatments processes of the wood are of great importance, because the durability and performance of the final products depend on them. A good forestry is not enough guarantee of quality if the treatment given to the wood isn't appropriate.

In this dissertation the articles manufactured with this type of wood, such as, furniture, pallets, packaging, components for the construction and different types of wood panels, are described, characterizing the manufacturing processes, and its importance both to the timber industry and the Portuguese economy.

The final stage is an analysis of the current Portuguese “Row of Wood”. Some suggestions for measures to be taken to improve and increase the production of the “*pinus pinaster*” wood are given, so that this material can be further exploited in the future, since, although being a high quality natural resource, this product is currently in a phase of decline driven by the bad reputation it had in the past when it wasn't used for the most appropriate purposes.

Despite the efforts made to improve the quality of the “*pinus pinaster*” wood, we can't forget the importance of having both a national and international marketing strategy to promote the products level, since it's much more advantageous to export finished products, with Portuguese brand, than just continue to export raw material.

KEYWORDS: “*pinus pinaster*”, sustainable development of the forest, selective production, Wood processing, added value uses.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	v

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. OBJECTO, ÂMBITO E JUSTIFICAÇÃO	1
1.2. BASES DO TRABALHO DESENVOLVIDO	2
1.3. ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	2

2. A FLORESTA PORTUGUESA	3
2.1. ENQUADRAMENTO HISTÓRICO	3
2.2. MATÉRIAS-PRIMAS EXTRAÍDAS DA FLORESTA	6
2.3. O PINHEIRO BRAVO	8
2.3.1. BIOLOGIA DO PINHEIRO BRAVO	9
2.3.2. GOMOS DO PINHEIRO BRAVO	9
2.3.3. ÁREA DE DISTRIBUIÇÃO DO PINHEIRO BRAVO	10
2.3.4. TIPO DE CLIMA MAIS ADEQUADO AO DESENVOLVIMENTO DO PINHEIRO BRAVO	10
2.3.5. TIPO DE SOLOS MAIS ADEQUADOS AO DESENVOLVIMENTO DO PINHEIRO BRAVO	10
2.3.6. EFEITOS DO FOGO NO DESENVOLVIMENTO DO PINHEIRO BRAVO	10
2.4. DISTRIBUIÇÃO DA FLORESTA DE PINHEIRO BRAVO EM PORTUGAL	11
2.4.1. ÁREA DE PINHEIRO BRAVO E SUA DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA	11
2.4.2. FORMAS DE PROPRIEDADE DA FLORESTA DE PINHEIRO BRAVO	14
2.5. PRODUÇÃO DE PINHEIRO BRAVO EM PORTUGAL	14
2.5.1. EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DE MATERIAL LENHOSO	14
2.5.2. EXISTÊNCIAS E ACRÉSCIMOS CORRENTES	15
2.6. IMPORTAÇÕES E EXPORTAÇÕES DE MADEIRAS EM GERAL E SEUS DERIVADOS	16
2.6.1. IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO MADEIRA SERRADA	18
2.6.2. IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO DE PAINÉIS DE MADEIRA	19
2.6.3. IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO DE OUTROS PRODUTOS DE MADEIRA	20
2.6.4. IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO DE MOBILIÁRIO DE MADEIRA	21
2.7. IMPORTÂNCIA ECONÓMICO-SOCIAL DA FLORESTA E DA SUA INDÚSTRIA	22

2.7.1. PESO RELATIVO DO PINHEIRO BRAVO NO VALOR ECONÓMICO TOTAL DA FLORESTA DE PORTUGAL CONTINENTAL	22
2.7.2. INDUSTRIAS MAIS LIGADAS AO PINHO (SERRAÇÕES)	22
2.7.3. INDÚSTRIAS MAIS LIGADAS AO PINHO (PAINÉIS)	24

3. PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS DA MADEIRA DE PINHO BRAVO

3.1. CARACTERÍSTICAS DA MADEIRA - NOTA INTRODUTÓRIA	29
3.2. PROPRIEDADES FÍSICAS	29
3.2.1. RETRACTILIDADE	29
3.2.2. TEOR DE ÁGUA	33
3.2.3. DENSIDADE	36
3.2.4. CONDUTIBILIDADE TÉRMICA	38
3.2.5. CONDUTIBILIDADE ELÉCTRICA	39
3.2.6. CONDUTIBILIDADE SONORA	40
3.2.7. RESISTÊNCIA AO FOGO	41
3.3. PROPRIEDADES MECÂNICAS	42
3.3.1. COTAS DE QUALIDADE	43
3.3.2. RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO AXIAL	43
3.3.3. RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO NORMAL	45
3.3.4. RESISTÊNCIA À TRACÇÃO AXIAL	46
3.3.5. RESISTÊNCIA À TRACÇÃO NORMAL	47
3.3.6. RESISTÊNCIA AO CORTE	48

4. PRIMEIRA TRANSFORMAÇÃO DA MADEIRA

4.1. TRANSFORMAÇÃO INDUSTRIAL DA MADEIRA	51
4.2. SECAGEM DA MADEIRA	52
4.2.1. PROCESSO FÍSICO DA SECAGEM (BREVE DESCRIÇÃO)	53
4.2.2. PROCESSOS DE SECAGEM	55
4.2.2.1. Secagem Natural	55
4.2.2.2. Secagem Artificial	56
4.2.3. DEFEITOS DA SECAGEM	58
4.2.3.1. Fendas	58

4.2.3.2. Empenos	60
4.2.3.3. Colapso	61
4.2.3.4. Endurecimento superficial	62
4.2.3.5. Manchas	62
4.3. SERRAÇÃO	63
4.4. PRESERVAÇÃO DA MADEIRA	64
4.4.1. AGENTES DESTRUIDORES	64
4.4.1.1. Microrganismos	64
4.4.1.2. Insectos	65
4.4.1.3. Moluscos e crustáceos	66
4.4.1.4. Nemátodo	66
4.4.2. PRINCIPAIS PROCESSOS DE PRESERVAÇÃO	68
4.4.2.1. Impregnação superficial	68
4.4.2.2. Impregnação sob pressão reduzida	68
4.4.2.3. Impregnação sob pressão elevada (auto claves)	69
4.4.3. PRODUTOS DE PRESERVAÇÃO	70
4.5. INDÚSTRIA DE PAINÉIS DE MADEIRA	70
4.5.1. AGLOMERADO	71
4.5.1.1 Aglomerado de fibras (MDF)	72
4.5.1.2. Aglomerado revestido com papel melaminico	73
4.5.1.3. Aglomerado revestido com folha de madeira	74
4.5.1.4. Aglomerado de partículas longas e orientadas (OSB)	74
4.5.1.5. Aglomerado de partículas	75
4.5.1.6. Aglomerado de fibras duro	76
4.5.2. CONTRAPLACADO	77
4.5.3. PLACAS DE FIBRA DE MADEIRA (PLATEX)	79
 5. SEGUNDA TRANSFORMAÇÃO DA MADEIRA	 81
5.1. INTRODUÇÃO	81
5.2. APLICAÇÕES DA MADEIRA DE PINHO BRAVO	85
5.2.1. PALETES DE MADEIRA	85
5.2.2. CAIXAS DE MADEIRA	87
5.2.3. MOBILIÁRIO	88

5.2.4. MOBILIÁRIO URBANO E OBRAS DE EXTERIOR	92
5.2.5. PAVIMENTOS E REVESTIMENTOS	93
5.2.6. COFRAGENS	96
5.2.7. HABITAÇÕES	96
5.2.8. LAMELADOS - COLADOS DE MADEIRA	98

6. PROPOSTAS PARA UMA MAIOR E MELHOR UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE PINHO BRAVO

103

6.1 INTRODUÇÃO

103

6.2 UMA MELHOR POLÍTICA FLORESTAL

104

6.2.1. REORGANIZAÇÃO DA PRODUÇÃO FLORESTAL

105

6.2.1.1. Emparcelamento

105

6.2.1.2. Regulamentação

105

6.3 MELHORAR A SILVICULTURA DO PINHEIRO BRAVO

106

6.3.1. SILVICULTURA DIRECCIONADA

108

6.3.1.1. Produção de madeira para estruturas

108

6.3.1.2. Produção de madeira para marcenaria

109

6.3.2. SISTEMAS DE CERTIFICAÇÃO

110

6.4 MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

111

6.4.1. CLASSIFICAÇÃO DAS MADEIRAS

111

6.4.2. BOLSA DE CLASSIFICADORES VISUAIS

112

6.4.3. CRIAÇÃO DE LEGISLAÇÃO E REGULAMENTAÇÃO

112

6.4.4. PRODUÇÃO DE LAMELADOS COLADOS COM RECURSO AO PINHO BRAVO PORTUGUÊS – UTILIZAÇÃO DE VALOR ACRESCENTADO

113

6.5 ARQUITECTURA

115

6.5.1. CASAS DE MADEIRAS

115

6.5.2. MATERIAIS DE MADEIRA PARA USOS ESPECIAIS

116

6.5.2.1. Painéis de correcção acústica

116

6.5.2.2. Placas de madeira resinosa

116

6.6 MOBILIÁRIO

117

6.6.1. MOBILIÁRIO COM DESIGN FABRICADO COM MADEIRA DE PINHO BRAVO

117

6.6.2. MOBILIÁRIO URBANO E PARA ESPAÇOS AMBIENTALMENTE PROTEGIDOS

117

6.6.3. CAIXAS DE MADEIRA DE PINHO BRAVO PARA ARTIGOS VITIVINÍCOLAS

119

6.7. DIVULGAÇÃO E MARKETING DOS PRODUTOS FABRICADOS COM PINHO BRAVO

119

6.8. DESAFIOS DE QUALIDADE	121
7. CONCLUSÃO	123

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 2.1 – Azulejo da Mata Nacional de Leiria	3
Fig. 2.2 – Posto de vigia	4
Fig. 2.3 – Vista de uma estrada da Mata Nacional de Leiria	5
Fig. 2.4 – Resinagem	7
Fig. 2.5 – Pinheiro bravo	8
Fig. 2.6 – Pinheiro bravo, porte, Mata Nacional de Leiria	9
Fig. 2.7 – Área ardida	11
Fig. 2.8 – Área de distribuição do Pinheiro bravo em Portugal Continental	13
Fig. 2.9 – Evolução da área de Pinheiro Bravo (ha).....	16
Fig. 2.10 – Valores de importações e exportações de madeira serrada	18
Fig. 2.11 – Valores de importações e exportações de madeira serrada	18
Fig. 2.12 – Valores de importações e exportações de painéis de madeira	19
Fig. 2.13 – Valores de importações e exportações de painéis de madeira	19
Fig. 2.14 – Valores de importações e exportações de produtos de madeira	20
Fig. 2.15 – Valores de importações e exportações de produtos de madeira	20
Fig. 2.16 – Valores de importações e exportações de mobiliário de madeira	21
Fig. 2.17 – Valores de importações e exportações de mobiliário de madeira	21
Fig. 2.18 – Índice de emprego produção e produtividade do trabalho na indústria de serrações	23
Fig. 2.19 – Índices de dimensão das empresas, de produtividade e de custo de mão e obra na indústria das serrações	23
Fig. 2.20 – Índices de dimensão das empresas, de produtividade e de custo de mão e obra na indústria dos painéis	25
Fig. 2.21 – Índices de dimensão das empresas, de produtividade e de custo de mão e obra na indústria dos painéis	25
Fig. 2.22 - Distribuição do número de pessoas ao serviço	26
Fig. 2.23 – Volume de negócios	27
Fig. 3.1 – Direcção longitudinal, tangencial e radial e respectivos coeficientes de retracção (pinho bravo).....	30
Fig. 3.2 - Retracções lineares médias de madeiras. Gráfico realizado com valores retirados de bibliografia	31
Fig. 3.3 – Diagrama de retratibilidade	33
Fig. 3.4 – Ralação entre tensões de rotura em compressão axial e o teor de água da madeira – valores médios	35
Fig. 3.5 – Humidímetros para madeira	40
Fig. 3.6 – Gráfico comparativo de compressão paralela e perpendicular às fibras	46

Fig. 3.7 – Tipo de provete destinado a ensaio de tracção axial	46
Fig. 4.1 – Ciclo da madeira	52
Fig. 4.2 – Processo de secagem natural	55
Fig. 4.3 – Secador convencional	57
Fig. 4.4 – Secador convencional	57
Fig. 4.5 – Sistema de ventilação de secadores convencionais	58
Fig. 4.6 – Tipos e desenvolvimentos de fendas	59
Fig. 4.7 – Empeno em meia cana	60
Fig. 4.8 – Empeno em hélice	60
Fig. 4.9 – Empeno em arco de canto	61
Fig. 4.10 – Empeno em arco de face	61
Fig. 4.11 – Azulamento do pinho bravo	62
Fig. 4.12 - Estrutura de custos	63
Fig. 4.13 – Aglomerados	71
Fig. 4.14 – Aglomerados de fibras (MDF)	72
Fig. 4.15 – Aglomerados revestidos com folha de madeira	74
Fig. 4.16 – Formas de corte da madeira	77
Fig. 4.17 – Contraplacado comum	78
Fig. 4.18 – Placas de Platex	79
Fig. 5.1 – Efeito multiplicador da transformação da madeira	81
Fig. 5.2 – Valor acrescentado líquido (1993)	82
Fig. 5.3 – Distribuição do fabrico de produtos de mobiliário	84
Fig. 5.4 – Paletes de madeira de pinho bravo	86
Fig. 5.5 – Energia necessária para o fabrico de paletes de diferentes materiais	87
Fig. 5.6 - Ciclo de vida das caixas e embalagens de madeira	87
Fig. 5.7 – Caixas fabricadas com madeira de Pinho Bravo	88
Fig. 5.8 – Mobiliário fabricado com madeira de Pinho Bravo	90
Fig. 5.9 – Mobiliário fabricado com madeira de Pinho Bravo	90
Fig. 5.10 – Mobiliário fabricado com madeira de Pinho Bravo	91
Fig. 5.11 – Mobiliário fabricado com madeira de Pinho Bravo	91
Fig. 5.12 – Mobiliário urbano fabricado com madeira de Pinho Bravo	92
Fig. 5.13 – Mobiliário urbano fabricado com madeira de Pinho Bravo	93
Fig. 5.14 – Mobiliário urbano fabricado com madeira de Pinho Bravo	93

Fig. 5.15 – Mobiliário urbano fabricado com madeira de Pinho Bravo	93
Fig. 5.16 – Mobiliário urbano fabricado com madeira de Pinho Bravo	93
Fig. 5.17 – Mobiliário urbano fabricado com madeira de Pinho Bravo	93
Fig. 5.18 – Mobiliário urbano fabricado com madeira de Pinho Bravo	93
Fig. 5.19 – Pavimento em pinho bravo tratado	95
Fig. 5.20 – Pavimento em pinho bravo tratado	95
Fig. 5.21 – Casas de madeira de pinho bravo	97
Fig. 5.22 – Casas de madeira de pinho bravo	97
Fig. 5.23 – Casas de madeira de pinho bravo	97
Fig. 5.24 – Sala Atlântico do Pavilhão Multiusos – Parque das Nações - Lisboa	100
Fig. 5.25 – Piscina coberta na Alemanha e Piscina coberta na Dinamarca realizada com elementos planos em treliça	101
Fig. 5.26 – Piscina coberta na Alemanha e Piscina coberta na Dinamarca realizada com elementos planos em treliça	101
Fig. 5.27 – Documento de homologação empresa portuguesa para construção de casas de madeira de Pinho Bravo	102
Fig 6.1- Evolução do crescimento médio do Pinho bravo em Portugal	107
Fig 6.2 - Evolução das existências de Pinho bravo em Portugal por classes de idade	107
Fig. 6.3 – Diagrama de certificação da madeira	111
Fig. 6.4 – Fabrico de vigas em lamelados colados e foto de obra executada	114
Fig. 6.5 – Fabrico de vigas em lamelados colados e foto de obra executada	114
Fig. 6.6 – Fabrico de vigas em lamelados colados e foto de obra executada	114
Fig. 6.7 – Casas de madeira de pinho bravo	115
Fig. 6.8 – Casas de madeira de pinho bravo	115
Fig. 6.9 – Casas de madeira de pinho bravo	115
Fig 6.10 – Painéis de correcção acústica para auditórios	116
Fig 6.11 – Placas de madeira resinosa OSB	117
Fig. 6.12 – Mobiliário fabricado com madeira de Pinho Bravo	118
Fig. 6.13 – Mobiliário urbano fabricado com madeira de Pinho Bravo	118
Fig. 6.14 – Mobiliário urbano fabricado com madeira de Pinho Bravo	118
Fig. 6.15– Caixas fabricadas com madeira de Pinho Bravo	119
Fig .6.16 – Logótipo marca portuguesa	120
Fig. 6.17 – Exigências de qualidade e avaliação de desempenho de produtos de madeira	122

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2.1 – Zonas ecológicas mais representativas na área de distribuição do Pinheiro bravo	11
Quadro 2.2 - Área florestal total e área de pinheiro bravo por NUTs II em 1995/98 e 2005/2006 (há) (Os povoamentos jovens de pinheiro bravo estão incluídos nas áreas do 1995/98, mas não nas do inventário de 2005/2006)	12
Quadro 2.3 - Estimativa da área ocupada pelo Pinheiro bravo em Portugal desde a década de 60, segundo diferentes fontes e métodos de cálculo	12
Quadro 2.4 - Estimativa da distribuição da área florestal de Portugal Continental por espécies e tipo de propriedade em 1995.....	14
Quadro 2.5- Quantidade removida de madeira de coníferas (m ³ sem casca).....	15
Quadro 2.6 - Evolução das existências de Pinheiro bravo entre 1995/98 e 2005/06.....	15
Quadro 2.7 - Peso relativo da floresta de Pinheiro bravo no valor económico total da floresta de Portugal Continental em 2001	22
Quadro 2.8 - Numero de empresas, trabalhadores, volume de facturação, importações e exportações	26
Quadro 3.1 – Valores médios de retracção do Pinho Bravo	32
Quadro 3.2 – Densidades das principais madeiras resinosas Portuguesas	37
Quadro 3.3 – Densidades das principais madeiras Folhosas Portuguesas	38
Quadro 3.4 – Coeficiente de transmissão térmica	38
Quadro 3.5 – Resistência térmica	39
Quadro 3.6 – Valores médios da resistividade transversal das madeiras	39
Quadro 3.7 – Valores de isolamento acústico de diversos materiais de construção	41
Quadro 3.8 - Coeficiente de absorção, por m ² de parede ou piso de alguns materiais de construção, correspondentes a uma (f=500 Hz)	41
Quadro 3.9 – Valores característicos das tensões de tracção e compressão paralela e perpendicular às fibras da madeira	44
Quadro 3.10 – Valores característicos das tensões de tracção e compressão paralela e perpendicular às fibras da madeira de pinheiro bravo	44
Quadro 3.11 – Valores característicos da resistência para madeira lamelada - colada combinada	45
Quadro 3.12 – Classificação das madeiras em função das tensões de rotura à tracção normal	47
Quadro 3.13 – Classificação das madeiras em função das cotas de aderência	47
Quadro 3.14 – Classificação das madeiras em função das cotas de aderência	49
Quadro 4.1 – Tempos de secagem da madeira ao ar	56
Quadro 4.2 – Risco de ataque pelos diferentes organismos xilófagos em função da classe de risco	67
Quadro 5.1 – Indicadores do subsector da indústria da carpintaria e mobiliário	83
Quadro 5.2 – Características das principais espécies usadas em madeira lamelada-colada	99

Quadro 6.1 – Procedimento para desbaste do Pinho bravo	108
Quadro 6.2 – Características das principais espécies usadas em madeira lamelada-colada	113

1

INTRODUÇÃO

1.1. OBJECTO, ÂMBITO E JUSTIFICAÇÃO

Sendo a madeira um dos poucos recursos naturais e renováveis, a floresta possui uma inquestionável importância na economia nacional, sendo hoje reconhecido o papel primordial dos Produtos de Madeira como instrumentos essenciais para a luta contra as alterações climáticas, assim contribuindo para aquilo a que se denomina uma construção sustentável.

A promoção crescente do uso dos Produtos de Madeira e a defesa e fomento dos recursos florestais, enquanto fonte de riqueza e bem-estar para toda a comunidade, é, pois, uma prioridade, que mobiliza toda a sociedade. A indústria de carpintaria em Portugal é um sector com grande tradição e experiência e com uma assinalável flexibilidade, o que permite adaptar as ideias e o design propostos pelo cliente à especificidade das obras encomendadas.

A madeira de Pinho bravo é utilizada na construção em diversas funções, quer estruturais quer não estruturais, exposta a diferentes ambientes (temperatura e humidade relativa do ar) e situações de risco de degradação biológica. Todos estes condicionalismos traduzem-se em exigências de resistência mecânica, de durabilidade, de estabilidade dimensional e de natureza estética muito distintas.

Deste modo, a especificação e fornecimento de madeira por parte de agentes com pouca informação sobre o material acarreta uma elevada probabilidade de comportamento não satisfatório em serviço, seja por mera questão estética seja por degradação biológica ou mecânica.

A utilização da madeira pela indústria de construção enfrenta ainda uma forte competição por parte de outros materiais de construção (aço, plásticos, pedra, etc.). No caso concreto dos recursos florestais nacionais, a realidade do mercado único acarreta ainda a forte competição de recursos florestais provenientes dos diversos países europeus.

A conjuntura da Floresta Nacional implica que a madeira de Pinho bravo constitua o recurso florestal nacional com uma produção comercial significativa, sendo a única fonte sustentável de fornecimento da madeira à indústria. No entanto esta madeira é geralmente considerada, quer em Portugal quer noutros países para os quais é exportada, como sendo uma madeira de baixa qualidade, devido em grande parte à:

- Sua utilização no passado em condições de aplicação e utilizações finais não sustentáveis
- Incapacidade da indústria nacional em responder de forma adequada às solicitações, fornecendo de modo reiterado material desajustado face aos requisitos constantes no caderno de encargos.

A sua utilização é ainda limitada:

- Pela forte competição interna (procura) por parte de indústrias de pasta e papel, de placas de derivados de madeira e outras (por exemplo: paletes).
- Pela crescente importação de Resinosas proveniente de outros países europeus, nomeadamente de países Nórdicos.

A justificação para o desenvolvimento deste tema assenta na constatação de que existe uma grande desorganização no que se refere à silvicultura do Pinheiro bravo, e não só, nas florestas portuguesas, sendo que este problema irá provocar uma cadeia de insucessos a jusante, nomeadamente na indústria da madeira, que terão uma menor qualidade de matéria-prima para fabricar os seus produtos, vendo-se obrigados a importar Pinho bravo ou outra espécie, ou então verem-se limitados a produzir produtos de baixo valor acrescentado

1.2. BASES DO TRABALHO DESENVOLVIDO

O desenvolvimento desta dissertação foi baseado em alguma bibliografia de referência na área, assim como, num projecto desenvolvido em parceria com associações Portuguesas, Espanholas e Francesas e que recebeu o nome de ATLANWOOD. Também foram consultadas algumas dissertações que abordavam temas que foram desenvolvidos nos vários capítulos deste trabalho de investigação, entre outros documentos e artigos.

1.3. ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação consta de 6 capítulos nos quais se tenta esclarecer, informar e dar sugestões para uma maior e melhor utilização da madeira de Pinheiro bravo em Portugal.

- Capítulo 1: introdução
- Capítulo 2: Neste capítulo faz-se a descrição da floresta Portuguesa de Pinheiro bravo, com uma breve resenha histórica. Refere-se a distribuição da floresta de Pinheiro bravo em Portugal e, o peso das importações e exportações de madeira de Pinho bravo em Portugal.
- Capítulo 3: Neste capítulo referem-se os diversos usos que se podem dar a madeira de Pinho bravo e seus derivados
- Capítulo 4: Descrição das características e propriedades físicas e mecânicas da madeira de Pinho bravo
- Capítulo 5: Este capítulo pode ser considerado o mais criativo desta dissertação uma vez que são feitas algumas recomendações pessoais para promover e incentivar a maior e melhor utilização da madeira de Pinho bravo em Portugal.
- Capítulo 5: Conclusão

2

A FLORESTA PORTUGUESA

2.1. ENQUADRAMENTO HISTÓRICO

Falar da floresta portuguesa implica obrigatoriamente falar acerca do Pinhal de Leiria também conhecido por Pinhal do Rei ou por Mata Nacional de Leiria e é uma das mais importantes Matas do Estado, assumindo desde hoje e desde tempos imemoriais uma enorme importância económica, social, ambiental, histórica e cultural.



Fig. 2.1 – Azulejo da Mata Nacional de Leiria. [1]

Situa-se na sua quase totalidade no concelho da Marinha Grande de que ocupa cerca de dois terços da sua superfície, a sul do rio Liz, nas dunas do litoral do Distrito de Leiria.

Tem uma área de 11.029 hectares que esta dividida por arrifes (no sentido norte/sul) e aceiros (no sentido nascente/poente) em 142 talhões de cerca de 35 hectares. A espécie florestal largamente dominante é o Pinheiro-Bravo (cerca de 98% da área arborizada da mata). [1]

A origem do Pinhal de Leiria remonta seguramente a tempos anteriores ao reinado de D. Dinis (final do século XIII, princípios do século XIV), eventualmente à fundação da nacionalidade e nele predominava então o pinheiro manso. Mas foi D. Diniz que a lenda e a tradição consagraram como a figura emblemática deste pinhal, sendo seguro que muito contribuiu para a sua valorização considerando-o como Mata da Coroa, mandando fazer grandes plantações de pinheiro-bravo e estabelecendo as primeiras regras para a sua administração.

Com estas acções visava a fixação das areias do litoral que soltas e arrastadas pelo vento muito prejudicavam a agricultura da região e ao mesmo tempo produzir madeiras em qualidade e quantidades suficientes para as enormes e crescentes necessidades de uma indústria de construção

naval nacional que chegou a produzir centenas e centenas de navios que percorreram as costas da África, do Brasil e da Índia.

Ao longo dos tempos esta Mata, estratégica para o desenvolvimento regional e nacional, foi sucessivamente objecto de diversas medidas legislativas promulgadas pelos nossos reis, com vista à sua protecção e exploração ordenada, servindo de modelo para a gestão das restantes Matas públicas.

Em 1824, é criada a Administração Geral das Matas do Reino, então no Ministério da Marinha transitando mais tarde, em 1852, para o Ministério das Obras Publicas, Comercio e Industria, com sede na Marinha Grande – Pinhal de Leiria, situação que perdurou até à criação dos serviços florestais em 1886. Este foi um dos mais fecundos períodos do desenvolvimento da ciência florestal e da administração das matas em Portugal. Tanto então como mais tarde, durante a vigência dos Serviços Florestais, aqui trabalharam os mais ilustres técnicos florestais em diversas áreas de conhecimento florestal: estudos, investigação e experimentação, cartografia, botânica, ordenamento resinagem, correcção torrencial, fixação e arborização das dunas, silvicultura do pinheiro bravo, formação profissional, exploração florestal, etc.

Pode afirmar-se que a História da Administração Pública Florestal, em múltiplos aspectos, sempre esteve, até muito recentemente, intimamente ligada ao Pinhal de Leiria.

O Pinhal do Rei foi o primeiro sustentáculo económico da Marinha Grande, produzindo as matérias-primas para a indústria de serração de madeiras e destilação de produtos resinosos e mais tarde para a indústria vidreira (a madeira da mata era o combustível utilizado).

Contribuiu igualmente para a construção de infra-estruturas básicas para o Pinhal e para a região: estradas, edificações, comunicações, postos de vigia, poços e fontes, assim como permitiu a existência de diversas actividades ligadas a produtos secundários da mata com interesse económico e social na região: resinagem, carvoaria, transporte de produtos da mata, apanha de caruma, lenha, pinhas e camarinhas. Por largos períodos foi a principal fonte empregadora de mão-de-obra, absorvendo muitos dos desempregados das crises cíclicas da indústria vidreira.



Fig. 2.2 – Posto de vigia. [1]

O Pinhal de Leiria foi sempre, e continua a ser, essencialmente uma mata de produção de madeira de pinheiro bravo de qualidade e dimensão, que ficam para corte final, são actualmente cortadas aos oitenta anos, mas já o foram acima dos cem anos. A resina é um produto secundário que é aqui apenas explorado nos últimos três anos antes do corte. [1]



Fig. 2.3 – Vista de uma estrada da Mata Nacional de Leiria. [1]

Junto ao mar situa-se uma zona de abrigo, não produtiva, com pinhal de fraca qualidade e onde se podem observar os estranhos pinheiros serpente, contorcidos pela acção dos ventos salgados que sopram do mar.

A vegetação espontânea é constituída essencialmente por tojo, camarinheiras, medronheiro, samouco e fetos. Há grandes árvores nas margens do ribeiro de Muel e nos acolhedores Parques do Tromelgo e do Engenho como cupressos, eucaliptos, acácias, abetos, choupos, carvalhos e amieiros, entre outras.

A Mata de Leiria, para além do seu actual e histórico papel de protecção das dunas e produção de resina e madeira de pinho de elevada qualidade e dimensão, e ainda da sua função económico-social, para os povos limítrofes da mata (caça, lenha, matos, caruma, carvão) desempenha numa óptica de multifuncionalidade, um papel de interesse crescente para os cidadãos em geral, como espaço privilegiado de recreio, Lazer e paisagem, complementar das praias de Pedrogão, Vieira e São Pedro de Muel [1]

2.2. MATÉRIAS-PRIMAS EXTRAÍDAS DA FLORESTA

As sociedades modernas e desenvolvidas apresentam uma significativa dependência dos produtos florestais, que aliam as suas múltiplas utilidades funcionais a uma imagem e simbolismo de conforto, estética e qualidade.

O nosso país dispõe de condições ecológicas favoráveis à produção florestal, quer lenhosa (58% da sua área total) quer não lenhosa (42%). No primeiro caso destacam-se o Pinheiro bravo (31%) explorado em alto fuste e o eucalipto (21%) explorado em talhadia e que estão na base de duas importantes, integradas e estratégicas fileiras industriais, respectivamente de madeira e mobiliário e de pasta de papel. No caso da produção não lenhosa a espécie mais relevante é o sobreiro (22%) que esta na base da fileira cortiça. Neste grupo já pontificou a resina, de que fomos um grande exportador mundial, com acentuado declínio a partir dos anos 80. [2]

Os produtos florestais são onnipresentes no nosso quotidiano, do papel à madeira e à cortiça ou ainda na alimentação, perfumaria, drogaria ou farmácia e mesmo em moderna e sofisticada tecnologia. São considerados produtos amigos do ambiente porque são naturais, renováveis, recicláveis e reutilizáveis sendo hoje exigência crescente que provenham de florestas geridas de forma sustentável.

A produção de pasta destina-se tanto à exportação directa como ao fabrico de papel, quer para embalagem quer para escrita e tem grande cotação nos mercados internacionais pela sua excelente qualidade, sendo actualmente esta fileira a que têm o maior volume de negócios do sector.

O pinheiro bravo é o principal fornecedor de matéria-prima para a indústria da madeira - serralção, painéis, mobiliário e carpintaria. A madeira é um material resistente e fácil de trabalhar, de elevado valor estético, agradável ao tacto, sendo um dos materiais com o qual o Homem tem uma mais forte relação afectiva

A fileira cortiça remete-nos para um lugar cimeiro à escala mundial, assente principalmente no seu principal produto - a rolha. Somos o primeiro produtor, transformador e exportador mundial de cortiça, além de produzirmos as cortiças de melhor qualidade.

A resinagem e a exploração de produtos resinosos têm as suas principais referências no século XV, em Leiria, com a obtenção do pez (breu cru) e do pixe (breu cozido) a partir da acha resinosa, na qual se estimulava a exsudação de resina e depois se submetia à combustão rápida. O pez era utilizado em calafetagem.

A partir de 1870 inicia-se o fabrico de alcatrão com melhorias tecnológicas ocorridas a meados do século XIX. Só em 1857 se inicia no Pinhal de Leiria a resinagem de pinheiros em pé para obtenção de resina, para a extracção do pez louro e de aguarrás. A extracção de resina passou por diversas técnicas; o sistema português desde 1857, o sistema francês a partir de 1926 e a resinagem química ou à americana a partir dos anos 50.



Fig. 2.4 – Resinagem [2]

É a partir dos anos 20 do século passado que se dá o grande crescimento deste sector chegando Portugal a ter lugar destacado no comércio mundial. A entrada da China no mercado com preços muito inferiores, conduziu à progressiva decadência a partir dos anos 80, dos produtos resinosos e da resinagem.

A resinagem era uma actividade muito interessante e benéfica para o pinhal. Não só por constituir um rendimento anual para os proprietários, mas por ser também um estímulo à limpeza dos pinhais, a uma exploração de mais longo prazo e ainda permitir a presença vigilante do resineiro ao longo do ano na mata.

A economia do sector florestal não se esgota na indústria transformadora mas inclui igualmente a exploração de recursos silvestres entre os quais se destaca a caça, a pesca e as pastagens sob coberto ou em ambiente florestal. Outras actividades com importância crescente são a exploração de cogumelos, de plantas aromáticas e medicinais, a apicultura, o turismo de montanha, turismo ambiental, entre outras.

Há ainda outras actividades florestais que são hoje residuais mas que já conheceram melhores tempos. É o caso da produção de carvão vegetal em fornos artesanais a partir de madeira de azinho, sobreiro, eucalipto ou mesmo de lenha miúda do pinhal. A sua decadência prende-se com o facto da madeira e da mão-de-obra terem encarecido ou escassearem, com exigências ambientais mais rigorosas e com a forte concorrência de outros mercados.

Hoje, num mundo onde se assiste a uma profunda e continuada desarborização, nomeadamente nas ricas florestas tropicais, onde se assiste ao declínio vegetativo das florestas europeias por acção dos incêndios florestais e da poluição atmosférica e onde são crescentes as ameaças ambientais de desertificação, redução da diversidade biológica e do património genético e das alterações climáticas (efeito de estufa, aquecimento global, buraco de ozono), esta na ordem do dia e na Agenda Internacional a importância determinante das funções ambientais positivas, proporcionadas pela floresta sustentável.

Estas questões e o igualmente crescente papel das florestas como espaço privilegiado de recreio, lazer e turismo de qualidade apontam para:

- A valorização crescente das nossas especificidades florestais e correspondentes paisagens características – os carvalhais do norte, os soutos de Trás-os-Montes, os pinhais do litoral, os

montados de sobro e azinho, a laurissilva madeirense, as matas mediterrânicas dos calcários, a serra algarvia, etc;

- A preservação e qualificação das matas emblemáticas pelo seu património cultural, pela sua história, pelo seu contributo para a paisagem, pelas árvores notáveis que aí se encontram, pelo património arqueológico que lhes está associado, pela sua biodiversidade, pelo seu valor científico e pedagógico, pela sua toponímia e pelo seu património construído. Citam-se a título de exemplo a Mata do Geres, o Pinhal do Camarido, a Serra de Sintra, o Pinhal de Leiria, a mata do Buçaco, a Tapada de Mafra, a mata da Arrábida ou a laurissilva madeirense.
- A preservação das árvores quer pelo seu valor ecológico, paisagístico cultural ou histórico constituam referência especial; As primeiras medidas de protecção às árvores monumentais datam de 1914, por iniciativa da Associação Protectora da Árvore mas o diploma chave neste âmbito e ainda em vigor é de 1936 que institui a “Classificação de Árvores de Interesse Público”. Esta classificação atribui ao arvoredo um estatuto similar ao do património construído classificado. Procura-se com esta legislação salvaguardar exemplares únicos, muitas vezes ameaçados, preservar um património genético e contribuir para a valorização ecológica, cultural, paisagística e turística das regiões envolvidas.

Hoje, árvores, florestas e paisagens florestais estão no nosso imaginário colectivo mais do que nunca profundamente associadas ao conceito de Natureza e de Ambiente e um valioso património natural a preservar e valorizar. [1]

2.3. O PINHEIRO BRAVO

O pinheiro bravo (*pinus pinaster*) tem grande expansão na faixa atlântica do sudoeste da Europa (França, Espanha e Portugal) e em menor escala no Mediterrâneo Ocidental (Itália, Sardenha, Sicília, Córsega, Marrocos, Argélia, Tunísia e Sul de França)

A área de distribuição do Pinheiro bravo é dispersa, podendo considerar-se a existência de três sectores com distintos significados ecológicos, genéticos e até económicos. O sector Atlântico, o mais importante, compreende dois subsectores: O subsector da Aquitânia e o subsector Ibérico que se estende do noroeste de Espanha até Lisboa. O sector Mediterrânico Setentrional inclui o centro de Espanha, o sul de França, Córsega e Itália e o sector Mediterrânico Meridional compreende pequenas populações dispersas em Marrocos, Tunísia, Argélia e na serra de Ronda em Espanha. Diversos estudos ao nível molecular confirmam a existência destas cinco populações distintas.

È o Pinheiro bravo a nossa mais representativa resinosa autóctone, ocupando segundo os últimos resultados do Inventário Florestal Nacional, uma área de 710.600 hectares, de um total de 2.841.300 hectares de povoamentos adultos. [2]



Fig. 2.5 – Pinheiro bravo [2]

2.3.1. BIOLOGIA DO PINHEIRO BRAVO

É uma árvore de média grandeza, atinge 20 a 40 m de altura e 40 a 50 cm de diâmetro à altura do peito na fase de pleno vigor (adulto). Tem porte fastigiado (isto é, os ramos formam com o troco um ângulo agudo) o que lhe confere uma copa piramidal ate aos 20-25 anos. [2]

A partir daí começa a adquirir uma forma cada vez mais esférica, à medida que os ramos inferiores vão secando e a dominância apical diminuindo. As árvores velhas, na fase de decadência, apresentam, copas largas e são rasas no topo. Pode atingir cerca de 200 anos de idade, mas geralmente não ultrapassa os 100 anos



Fig. 2.6 – Pinheiro bravo, porte, Mata Nacional de Leiria. [2]

2.3.2. GOMOS DO PINHEIRO BRAVO

O crescimento anual em altura do pinheiro bravo resulta exclusivamente da expansão de gomos ou gemas formados no ano anterior, que contem os primórdios de todo o lançamento do ano, isto é, primórdios de agulhas, entrenós e, eventualmente, flores.

Os gomos formam-se nas extremidades dos ramos e do tronco principal a partir do mês de Julho, e podem ser monocíclicos, isto é, dão origem a um único lançamento anual, ou policíclicos, podendo neste caso dar origem a mais do que um lançamento anual. Este fenómeno tem um forte controlo genético e ambiental: a formação de gomos policíclicos depende não só da predisposição genética do indivíduo, como também da ocorrência de condições ambientais favoráveis nos períodos de formação (Verão) e expansão dos gomos (Primavera seguinte). Em termos competitivos, as árvores “policíclicas” podem exibir maior crescimento em altura que as “monocíclicas”, se as condições ambientais forem favoráveis, mas apresentam um menor crescimento se as condições ambientais forem mais severas. Do ponto de vista silvícola, o policiclismo pode ser vantajoso, devido ao mais rápido crescimento em altura que se pode atingir, mas apresenta também a desvantagem da formação de um segundo andar de ramos por ano, aumentando o número de nós presentes na madeira. [2]

2.3.3. ÁREA DE DISTRIBUIÇÃO DO PINHEIRO BRAVO

A área de distribuição actual do pinheiro bravo em Portugal resulta fundamentalmente da acção humana, quer pela destruição das florestas naturais, quer pela arborização. Corresponde sensivelmente à faixa litoral que vai desde as bacias do Tejo e Sado até ao rio Minho, estendendo-se para o interior das regiões Norte e Centro, onde sobe a altitudes entre os 700-900 m de preferência nas encostas em que a influência marítima ainda se faz sentir, maioritariamente de exposição sudoeste a norte. A sua distribuição natural não é conhecida com exactidão em Portugal, dado que todos os povoamentos existentes se encontram profundamente antropizados. [2]

2.3.4. TIPO DE CLIMA MAIS ADEQUADO AO DESENVOLVIMENTO DO PINHEIRO BRAVO

O pinheiro bravo é uma espécie de enorme plasticidade quanto às condições climáticas em que sobrevive, encontrando-se praticamente em todo o país, com excepção do Alentejo interior. À área de distribuição em Portugal correspondem as seguintes características climáticas; precipitação média anual de 800 mm, dos quais 100 mm na estação seca; temperatura anual média de 13-15°; temperatura média do mês mais frio de 8 a 10° e temperatura média do mês mais quente igual ou inferior a 20 °C. É sensível ao frio, alguns dias com temperaturas inferior aos -15°C podem causar-lhe a morte. As geadas de Primavera são perigosas se as agulhas novas já estiverem formadas (Abril/Maio). [2]

2.3.5. TIPO DE SOLOS MAIS ADEQUADOS AO DESENVOLVIMENTO DO PINHEIRO BRAVO

O pinheiro bravo mostra uma nítida preferência por solos permeáveis, onde o sistema radical superficial se desenvolve melhor, demonstrando grande susceptibilidade à compactação do solo e ao encharcamento.

Ecologicamente, o pinheiro bravo é uma espécie pioneira da sucessão ecológica, isto é, é uma das primeiras espécies arbóreas a colonizar um solo nu ou incipiente. As suas características biológicas mais relevantes são a sua intolerância ao ensombramento, a sua capacidade de vegetar em substratos extremamente pobres e a sua grande produção de semente com uma alta capacidade de dispersão. O seu carácter iminentemente pioneiro é de resto patente no sucesso que teve a sua utilização na fixação das dunas do litoral, em que foi introduzido por sementeira em areias, pobres em matéria orgânica e nutrientes.

2.3.6. EFEITOS DO FOGO NO DESENVOLVIMENTO DO PINHEIRO BRAVO

O pinheiro bravo é actualmente a espécie mais afectada pelos fogos florestais, tendo-se verificado nos últimos anos uma redução apreciável da sua área, devido a este problema. Para tal contribuem características da própria espécie, como sejam a sua inflamabilidade, que resulta da presença de compostos voláteis (resina), a presença de uma camada de manta morta espessa no solo, o solo e o sub-roque abundante, que frequentemente podem elevar as chamas até às copas mais altas. A falta de ordenamento ao nível da paisagem, em que se destacam a ausência de quebra-fogos e as grandes manchas contínuas de pinhal são, talvez, o principal problema da área de pinhal bravo, pois são particularmente propícias à ocorrência de grandes fogos florestais, que uma vez iniciados dificilmente poderão ser combatidos.

O pinheiro bravo possui características que lhe conferem alguma resistência ao fogo. A sua espessa casca permite-lhe sobreviver a incêndios de baixa intensidade, constituindo uma adaptação de

resistência que é explorada pelo homem quando se aplicam fogos controlados para remover resíduos das matas.

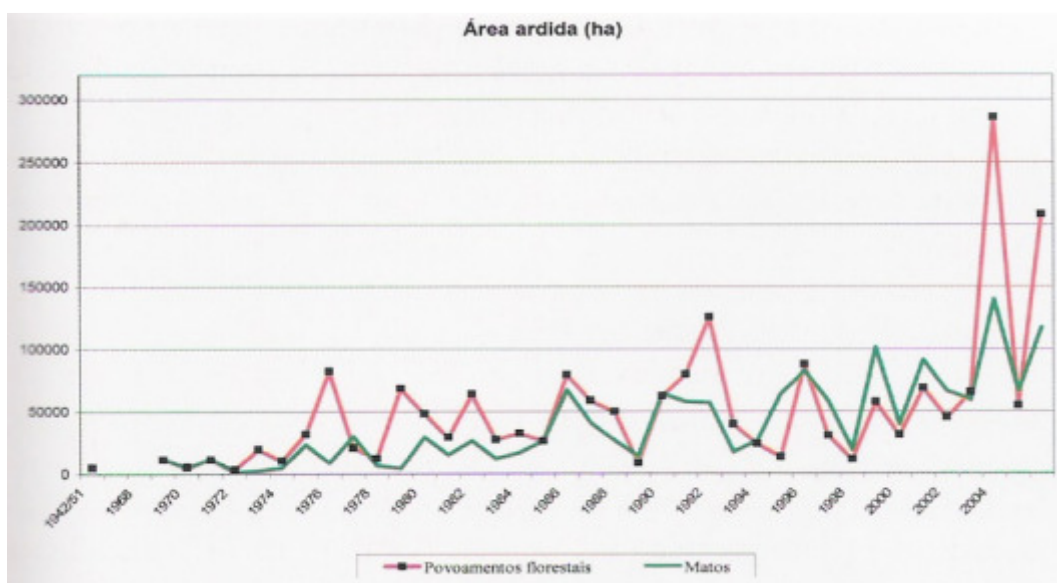


Fig. 2.7 – Área ardida. [2]

2.4. DISTRIBUIÇÃO DA FLORESTA DE PINHEIRO BRAVO EM PORTUGAL

2.4.1. ÁREA DE PINHEIRO BRAVO E SUA DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA

O Pinheiro bravo é uma espécie que se concentra nas regiões centro e Norte do país, onde representa respectivamente 48,2% e 37,0% da área florestal. A sua área de distribuição em Portugal corresponde sensivelmente à faixa litoral que vai desde às bacias do Tejo e Sado até ao rio Minho, estendendo-se para o interior nas regiões Norte e Centro, onde sobe a altitudes entre os 700 e 900 m, de preferência nas encostas em que a influência marítima ainda se faz sentir, de exposição Sudoeste a Norte. As zonas da Carta Ecológica de Portugal mais representativas da distribuição actual do Pinheiro bravo encontram-se no quadro 2.1 [2]

Quadro 2.1 – Zonas ecológicas mais representativas na área de distribuição do Pinheiro bravo [2]

Zonas ecológicas	Nível (altitude em m)	Aptidão	Limitações
Sub-Atlântica x Mediterrâneo - Atlântica	Submontano (400-700)	Óptima	Altitude e continentalidade
Atlântica x Mediterrâneo-Atlântica	Basal (0-400)	Óptima	
Mediterrâneo-Atlântica			
Mediterrâneo-Atlântica x Atlântico Mediterrânica			
Atlântico-Mediterrânica AM x Sub-Mediterrânica	Basal (0-400)	Regular	Edáficas (rocha mãe calcária) seca estival acentuada
Dunas	Basal (0-400)	Óptima	Vento. Excesso de humidade

Dentro da sua área de distribuição, o Pinheiro bravo evidencia elevada plasticidade ao nível das estações que ocupa. O seu carácter iminentemente pioneiro é de resto patente no sucesso que teve a sua utilização na fixação das dunas do litoral, em que foi introduzido por sementeira em areias pobres em matéria orgânica e nutrientes.

No Minho e Douro Litoral aparece por vezes associado (*Eucalyptus globulus*). Além disso, é também frequente a presença de carvalhos indígenas e, por vezes, de castanheiro nos seus povoamentos, assim como, de espécies ripícolas indígenas perto das linhas de água, caso do amieiro e de algumas espécies de salgueiros.

Apesar do seu declínio acentuado desde o início da década de 80, ainda é a espécie predominante nestas duas regiões, quadro 2.2

Quadro 2.2 - Área florestal total e área de pinheiro bravo por NUTs II em 1995/98 e 2005/2006 (há) (Os povoamentos jovens de pinheiro bravo estão incluídos nas áreas do 1995/98, mas não nas do inventário de 2005/2006 [2])

NUTs II	1995/1998				2005/2006			
	Total	P.Bravo	Pb/Tot	NUT/Tot	Total	P.bravo	Pb/Tot	NUT/Tot
Norte	603.500	245.600	40,7%	25,2%	520.300	192.600	37,0%	27,1%
Centro	947.600	569.600	60,1%	58,4%	849.500	409.700	48,2%	57,7%
Lisboa e V. Tejo	416.500	95.400	22,9%	9,8%	434.100	66.500	15,3%	9,4%
Alentejo	1.136.000	59.500	5,2%	6,1%	1.201.000	38.000	3,2%	5,3%
Algarve	97.500	6.000	6,1%	0,6%	131.800	3.600	2,7%	0,5%
TOTAL	3.200.900	976.100	30,5%	100,0%	3.136.800	710.600	22,7%	100,0%

Nos últimos 40 anos foram efectuadas diversas estimativas da área ocupada pelo pinheiro bravo em Portugal (ver quadro abaixo). A Área relativa a 1990 foi calculada com base em cartografia digital à escala 1:25.000, sendo uma das estimativas que seria potencialmente mais correcta, pelo facto de ter um elevado nível de detalhe. Porém não deixa de ser estranho que a área seja superior à das restantes estimativas.

Quadro 2.3 - Estimativa da área ocupada pelo Pinheiro bravo em Portugal desde a década de 60, segundo diferentes fontes e métodos de cálculo. [2]

ANO	ÁREA	FONTE
1963-66	1.288.000	DGF
1968-80	1.293.000	DGF
1980-89	1.252.000	Apresentação DGRF
1990-92	1.047.000	Apresentação DGRF
1990	1.655.000	Carta de ocupação do solo (IGP)
1995	976.000	Inventário florestal (DGF)
2006	710.000	Inventário florestal (DGRF)

A carta de distribuição do Pinheiro bravo (*Pinus pinaster*) em Portugal Continental que se apresenta na figura 2.8 foi elaborada com recurso a Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e é baseada numa colectânea de mapas e de outra informação publicada nas últimas décadas.

A distribuição desta espécie foi representada em dois níveis:

- A mancha verde clara representa o que se considera ser a área genérica de distribuição do Pinheiro bravo, onde este pode ser encontrado com maior frequência, ainda que em povoamentos de dimensões mais reduzidas;
- As manchas verdes escuras representam a localização dos povoamentos de pinheiro bravo cartografados na década de 90 (1990-95), sendo a informação mais recente que existe no nosso país (baseada em cartografia digital); Estas manchas referem-se a povoamentos (puros ou mistos) onde os pinheiros ocupam parte significativa do estrato arbóreo. Existem ainda pequenas manchas cartografadas neste mapa, mas que não são visíveis a esta escala de representação.

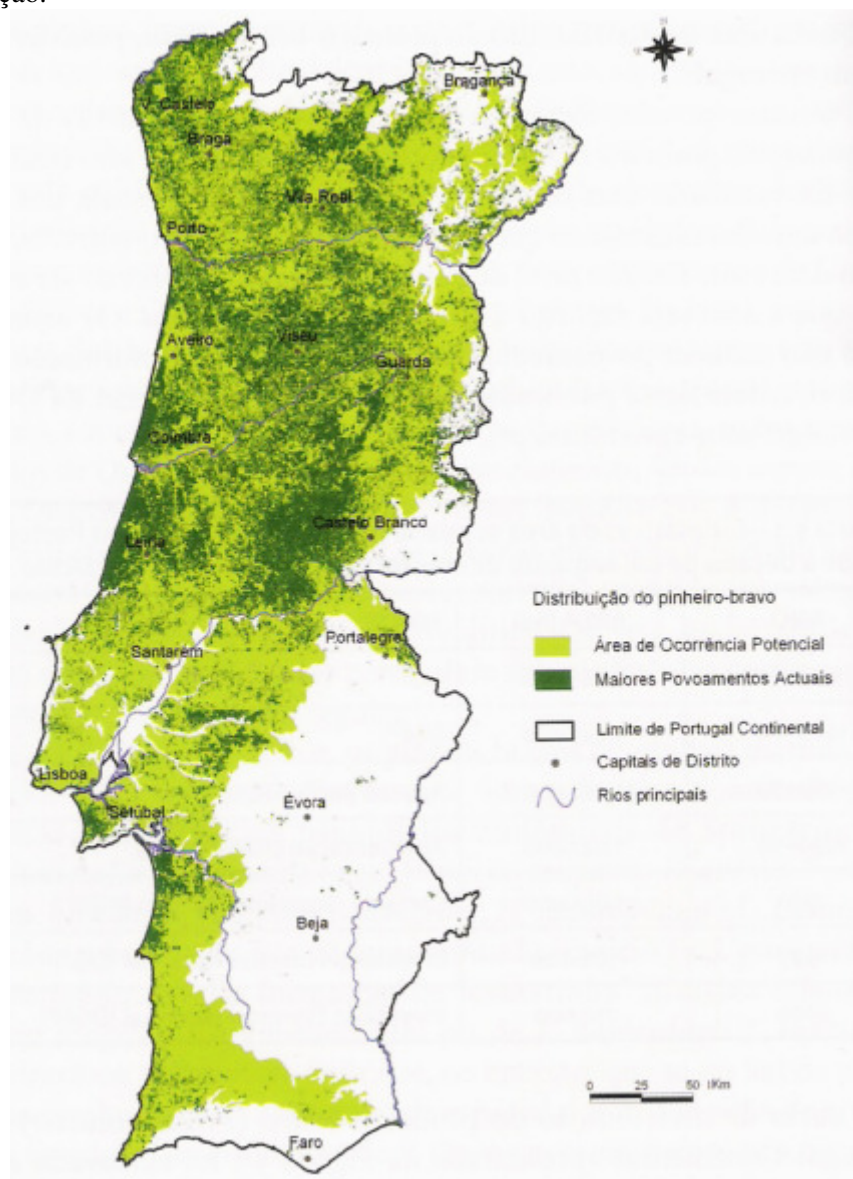


Fig. 2.8 – Área de distribuição do Pinheiro bravo em Portugal Continental. [2]

2.4.2. FORMAS DE PROPRIEDADE DA FLORESTA DE PINHEIRO BRAVO

De acordo com as estimativas apresentadas no quadro 2.4 em 1995, 84,2% da área florestal de Pinheiro bravo pertenciam a proprietários privados não industriais. Os baldios representavam 11,9%. Esta segunda componente da floresta de Pinheiro bravo, corresponde em grande parte, ao que resta do Plano de Povoamento Florestal executado pelos Serviços Florestais entre 1939 e 1972. A percentagem na posse do Estado é muito diminuta (2,8%), embora estejam aqui incluídas algumas matas de grande valor como o Pinhal de Leiria. A percentagem na posse da indústria é ainda mais baixa que a do Estado (1,1%). [2]

Pode com base nesta informação dizer-se que a floresta de Pinheiro bravo é das componentes mais minifundiárias da floresta portuguesa, na qual praticamente não há envolvimento directo das indústrias utilizadoras de Pinheiro bravo. O envolvimento directo do Estado também é limitado. Faltam, assim, grandes investidores institucionais neste tipo de floresta pelo que a sua defesa e valorização será inviável sem a organização colectiva dos principais proprietários florestais, grande parte deles, com explorações de pequena ou média dimensão.

Quadro 2.4 - Estimativa da distribuição da área florestal de Portugal Continental por espécies e tipo de propriedade em 1995. [2]

Tipos de proprietários	Total		Pinheiro Bravo		Eucalipto		Sobreiro		Outras	
	Área	%	Área	%	Área	%	Área	%	Área	%
Estado	40	1,2%	27	2,8%	0	0,0%	2	0,3%	11	1,1%
Baldios	180	5,4%	116	11,9%	14	2,1%	1	0,1%	49	5,0%
Proprietários privados não industriais	2910	86,9%	822	84,2%	470	69,9%	690	96,8%	928	93,9%
Industriais florestais	219	65,0%	11	1,1%	188	28,0%	20	2,8%	0	0,0%
TOTAL	3349	100,0%	976	100,0%	672	100,0%	713	100,0%	988	100,0%

2.5. PRODUÇÃO DE PINHEIRO BRAVO EM PORTUGAL

2.5.1. EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DE MATERIAL LENHOSO

Em 2004 abateram-se 4.100.000 m³ sem casca, de madeira de coníferas com os seguintes destinos:

- 1.800.000 m³ sem casca, de rolaria, destinados às indústrias de pasta de papel e dos aglomerados de madeira;
- 2.100.000 m³ sem casca, de toros para serração;
- 200.000 m³ sem casca, de lenha.

Segundo dados da associação da indústria papeleira portuguesa (CELPA) o volume de madeira de pinho que as suas empresas adquiriram no mercado nacional em 2004 foi 463.000 m³ sem casca. A este volume juntaram-se 578.700 m³ de aparas. [2]

No quadro 2.5 mostra-se que a tendência dos abates de madeira de coníferas (Pinheiro bravo na sua quase totalidade) tem sido negativa desde o início da década de 90. Esta tendência é, certamente, o resultado do declínio da área desta espécie que vem ocorrendo desde o início da década de 80, declínio esse causado pelos incêndios florestais.

Quadro 2.5- Quantidade removida de madeira de coníferas (m³ sem casca). [2]

Anos	Rolaria	Toros	Lenha	TOTAL
1989	1038	4592	200	5830
1990	1223	4499	200	5922
1991	1388	4229	200	5817
1992	1571	4104	200	5875
1993	1624	3702	198	5524
1994	1109	4338	211	5658
1995	965	3810	185	4960
1996	930	3500	185	4615
1997	930	3500	185	4615
1998	962	3072	200	4234
1999	1140	2961	200	4301
2000	1286	3546	200	5032
2001	1068	2540	200	3808
2002	720	2215	200	3135
2003	819	2363	200	3382
2004	1800	2100	200	4100

2.5.2. EXISTÊNCIAS E ACRÉSCIMOS CORRENTES

Não são só os incêndios florestais que têm vindo a degradar os recursos desta espécie. Com o êxodo agrícola e rural e o modo de gestão dos pinhais em cortes jardinados, a sua manutenção, o seu ordenamento e a qualidade dos povoamentos que daqui resultam, fazem com que as produtividades estejam substancialmente abaixo do que seria possível com uma melhor gestão das áreas existentes. Estima-se que esta má condução dos povoamentos seja responsável por uma perda de 35% de produção anual de madeira desta espécie.

Como se pode observar nos dados do quadro 2.6 relativos à evolução das existências entre os dois últimos inventários florestais, o resultado combinado da degradação causada pelos incêndios e pela má condução dos pinhais está a causar uma redução do volume médio das existências florestais

Quadro 2.6 - Evolução das existências de Pinheiro bravo entre 1995/98 e 2005/06. [2]

Tipos de povoamento	Volumes médios (m ³ /há)		Volumes totais (milhões de m ³)	
	1995/98	2005/06	1995/98	2005/06
Puros	95	86	69,3	46,5
Mistos dominantes	82	79	20,1	13,2
Mistos dominados	33	34	4,6	4,2
Outros			4,8	3,2
TOTAL			98,8	67,1

Dada esta evolução negativa da floresta de Pinheiro bravo, as indústrias silvícolas dependentes do pinho (serrações, indústria dos painéis e, em parte, também as celulosas) estão numa encruzilhada difícil, tendo que escolher entre as seguintes alternativas, a curto e médio prazo:

- Intensificar a extracção da madeira face ao deficit de oferta potencial seria pôr em causa a gestão sustentável do recurso;
- Ajustar-se às limitações da oferta interna potencial de madeira inflacionaria os preços da matéria-prima levando algumas empresas à falência;
- Contribuir para aliviar as limitações de oferta interna de madeira obrigaria as empresas a despendar recursos no investimento em arborização e gestão florestal.

Além destas soluções, há duas outras vias:

- O recurso às importações, como já aconteceu de modo significativo em 1994 (257.000 m³ c/c) e 1995;
- A internacionalização de grandes empresas do sector instalando unidades produtivas em países com maiores disponibilidades de material lenhoso e investindo mesmo na gestão florestal em países estrangeiros com custos de produção florestal mais baixos do que os nossos.

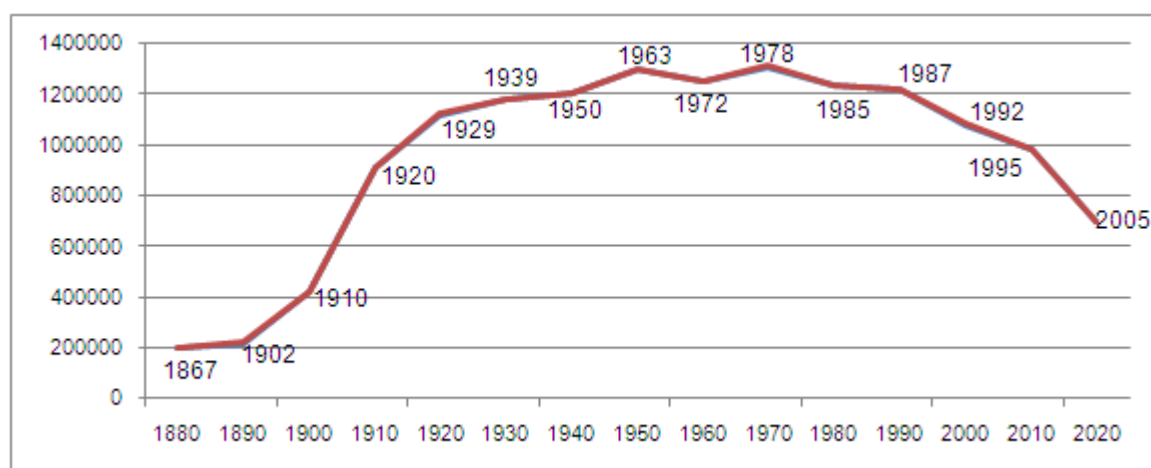


Fig. 2.9 – Evolução da área de Pinheiro Bravo (ha). [2]

2.6. IMPORTAÇÕES E EXPORTAÇÕES DE MADEIRAS EM GERAL E SEUS DERIVADOS

A Península Ibérica é a segunda região do mundo com maiores importações de Madeiras Tropicais, tendo importado mais de 550 mil m³, em 2007, de acordo com o relatório “ITTO (International Tropical Timber Organization). A China ocupa a primeira posição, com mais de 2 milhões de m³ de Madeira Tropicais importados.

Portugal e Espanha, pelo seu passado histórico e de tradição, tornaram-se dois países conhecidos em todo o mundo pelos produtos de madeiras tropicais que produzem, nomeadamente de mobiliário.

Em Portugal a actividade de importação de madeira é exercida por agentes e empresas.

As compras de madeiras tropicais em toro são feitas nos países da costa oeste africana, como a República Democrática do Congo, os Camarões e o Gabão. As madeiras tropicais serradas têm origem

sobretudo no Brasil, enquanto as madeiras de folhosas temperadas utilizadas em Portugal provêm na sua maioria de França e dos EUA.

A Indústria de Serração tem uma longa experiência em cooperação. Na segunda metade dos anos 60 do século passado muitas serrações juntaram-se e criaram empresas de comércio para exportarem os seus produtos (paletes, embalagens e vedações para jardins) para os países do norte da Europa. Algumas dessas empresas ainda hoje se encontram em actividade, exportando madeira serrada de resinosas para destinos como Espanha, Inglaterra ou Marrocos.

A Indústria de Painéis de Madeira é conhecida pela sua elevada produtividade, exportando a maioria da produção: placas de MDF, de aglomerados de partículas e de contraplacados.

As Indústrias de Carpintaria e de Mobiliário têm vindo a cooperar entre si, no sentido de aumentarem as exportações e de consolidarem mercados, participando para isso em feira e exposições em países do norte de África, Médio Oriente, América do Norte e Europa. [3]

No seu conjunto, as Indústrias Florestais estão a procurar aumentar as exportações, procurando novos mercados e consolidando os já existentes, contando para isso com o apoio do governo português e das respectivas Associações sectoriais.

Portugal é um dos 10 principais importadores e consumidores de madeiras tropicais no mundo.

Países consumidores de madeiras tropicais, como Portugal, têm um papel importante no combate à desflorestação, podendo contribuir para que se evite a compra de madeiras e produtos florestais de origem ilegal.

O desenvolvimento de um mercado responsável para os produtos florestais contribui para eliminar produtos de origem não controlada, como a madeira de exploração ilegal, encorajando os gestores florestais a adoptarem normas de boas práticas silvícolas.

Os produtos certificados garantem aos consumidores que provêm de florestas geridas de forma responsável.

As autoridades portuguesas fazem o controlo fitossanitário e verificam os certificados de origem da madeira e dos produtos derivados. Contudo, os técnicos das alfândegas não são peritos em espécies ou produtos de madeira, confiando nos conteúdos das declarações aduaneiras. Nos últimos anos, ocorreram erros no preenchimento das declarações aduaneiras, com agentes e importadores a equivocarem-se na identificação dos códigos da Nomenclatura Combinada, relativos a contraplacado, folha de madeira e soalhos.

Apesar de Portugal ser um dos maiores importadores europeus de madeiras tropicais, o Governo e a Administração Pública não demonstram qualquer preocupação acerca do desenvolvimento e implementação de medidas e políticas de procura e compras responsáveis de produtos florestais de origem certificada para as obras públicas e habitação. [3]

2.6.1. IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO MADEIRA SERRADA

De seguida apresentam-se figuras onde se expressa o volume de importações e exportações de madeira serrada, assim como a sua origem e destino.

Distribuição regional:

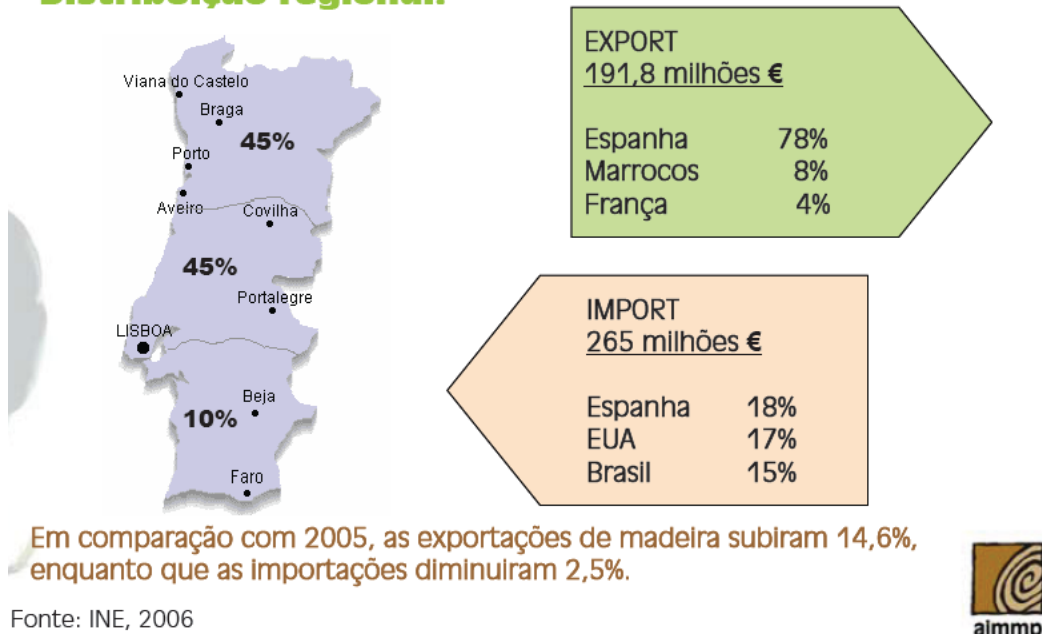


Fig. 2.10 – Valores de importações e exportações de madeira serrada. [4]

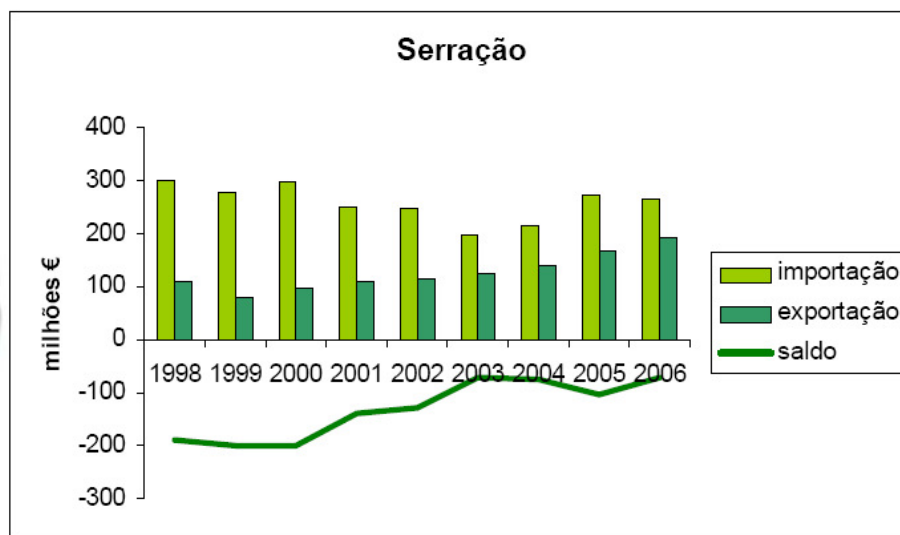
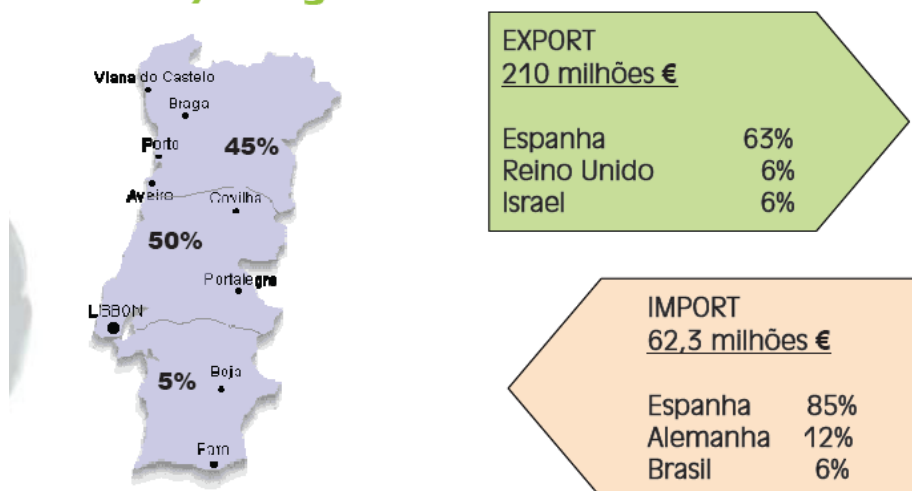


Fig. 2.11 – Valores de importações e exportações de madeira serrada. [4]

2.6.2. IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO DE PAINÉIS DE MADEIRA

De seguida apresentam-se figuras onde se expressa o volume de importações e exportações de painéis de madeira, assim como a sua origem e destino.

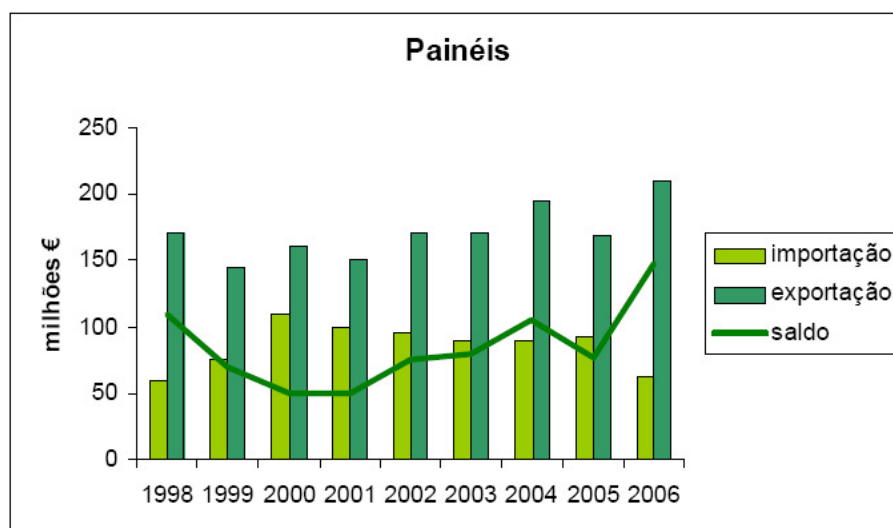
Distribuição regional:

Em comparação com 2005, as exportações de painéis subiram 11%, enquanto que as importações diminuíram 18%.

Fonte: INE, 2006



Fig. 2.12 – Valores de importações e exportações de painéis de madeira. [4]



Fonte: INE, 2006

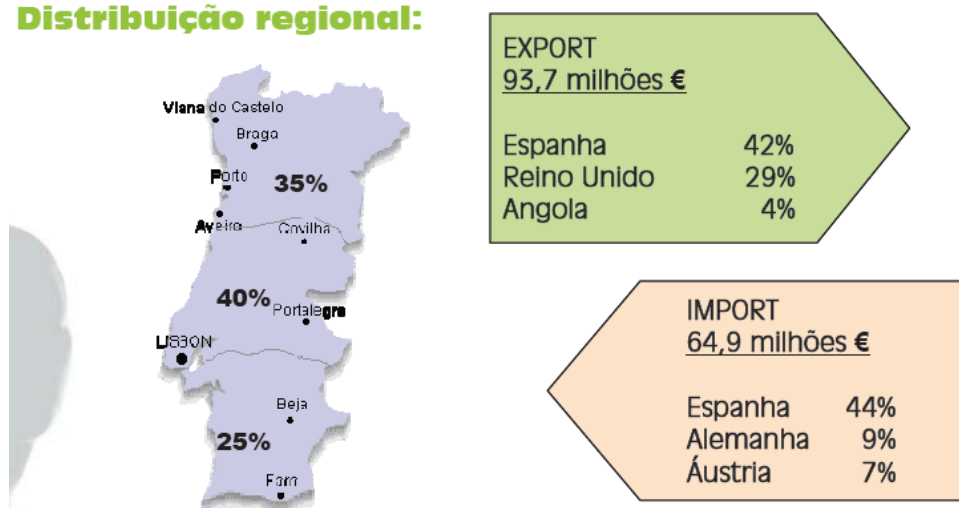


Fig. 2.13 – Valores de importações e exportações de painéis de madeira. [4]

2.6.3. IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO DE OUTROS PRODUTOS DE MADEIRA

De seguida apresentam-se figuras onde se expressa o volume de importações e exportações de outros produtos de madeira, assim como a sua origem e destino.

Distribuição regional:

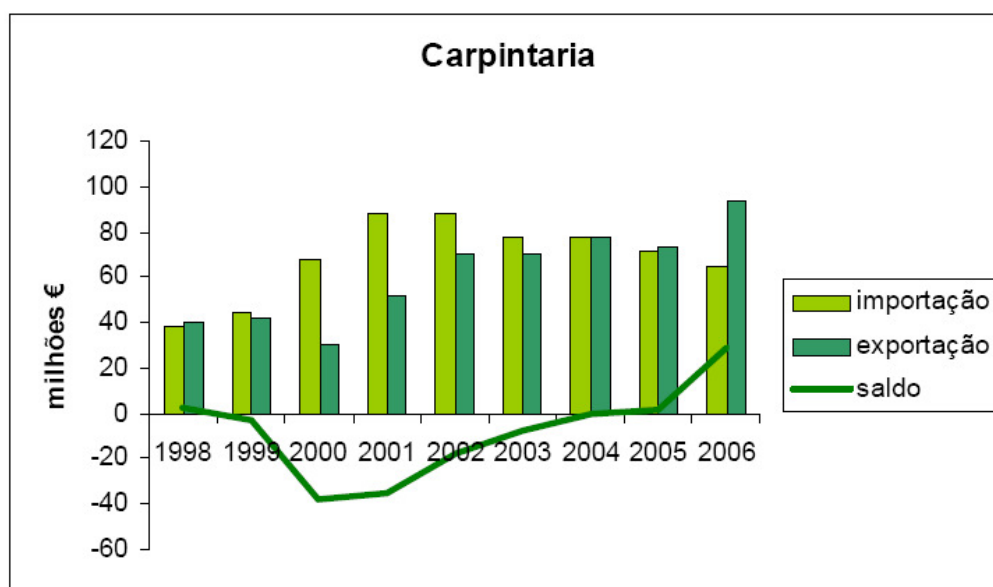


Em comparação com 2005, as exportações de carpintaria subiram 28%, enquanto que as importações diminuíram 10%.

Fonte: INE, 2006



Fig. 2.14 – Valores de importações e exportações de produtos de madeira. [4]



Fonte: INE, 2006

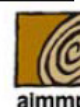
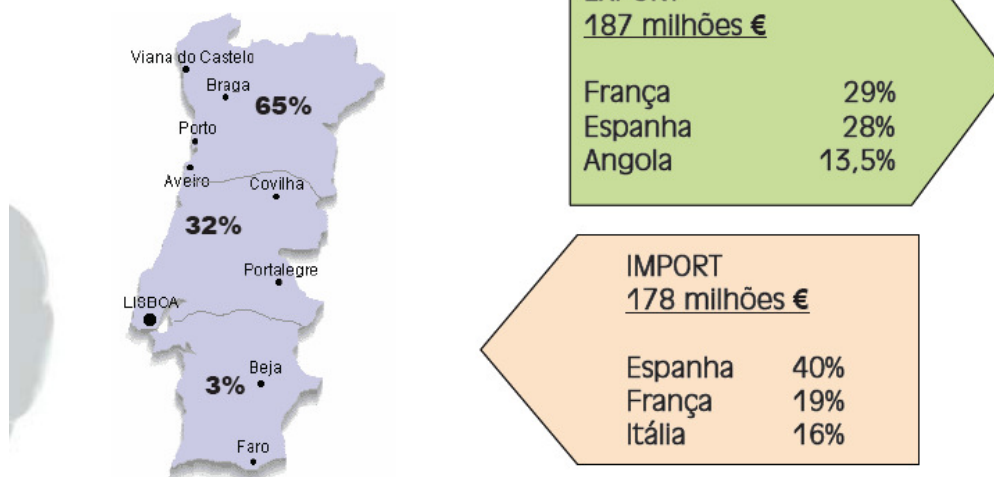


Fig. 2.15 – Valores de importações e exportações de produtos de madeira. [4]

2.6.4. IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO DE MOBILIÁRIO DE MADEIRA

De seguida apresentam-se figuras onde se expressa o volume de importações e exportações de mobiliário de madeira, assim como a sua origem e destino.

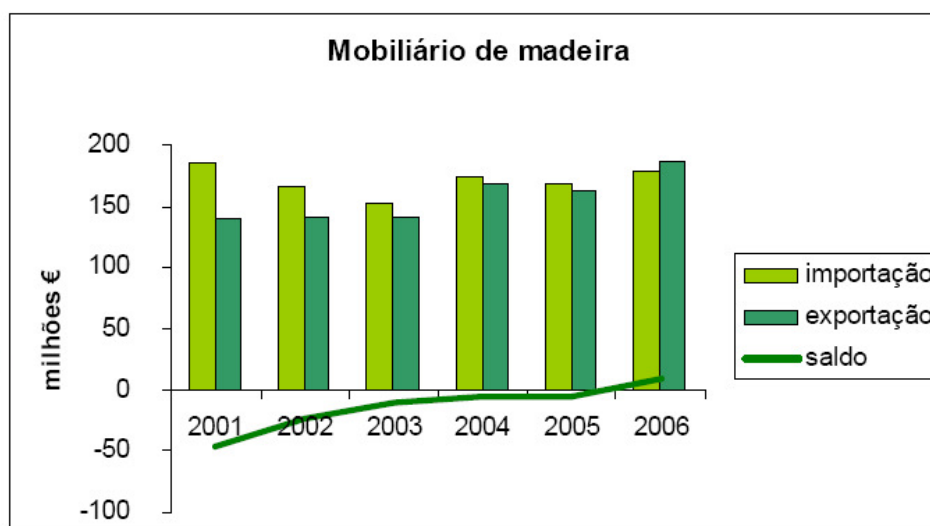
Distribuição regional:

Em 2006, as exportações de mobiliário de madeira aumentaram cerca de 15% em comparação com 2005

Fonte: INE, 2006



Fig. 2.16 – Valores de importações e exportações de mobiliário de madeira. [4]



Fonte: INE, 2006



Fig. 2.17 – Valores de importações e exportações de mobiliário de madeira. [4]

2.7. IMPORTÂNCIA ECONÓMICO-SOCIAL DA FLORESTA E DA SUA INDÚSTRIA.

Apesar da crise que têm vindo a afectar a floresta nas três últimas décadas, a floresta de Pinho bravo ainda representa uma componente de produção florestal portuguesa com um peso relativo considerável no seu valor económico total (cerca de 17%). Este indicador coloca-a em 3º lugar, a seguir às florestas de sobre e de eucalipto.

Tal peso relativo poderia ser superior se esta floresta estivesse melhor protegida contra o elevado risco de incêndio que a tem vindo a degradar ao longo das últimas décadas. Tal protecção terá que passar por um grande esforço de organização associativa dos proprietários dos pinhais e doutro tipo de florestas adjacentes, esforço esse que não será viável sem uma colaboração, também de vulto, do resto da sociedade. Noutras partes deste volume é dada conta dos progressos recentes nesta direcção, progressos esses que sendo ainda frágeis, permitem alimentar uma esperança em melhores dias para esta floresta e para as regiões onde ela é mais importante, ou seja, para o Norte e Centro do país [2]

2.7.1. PESO RELATIVO DO PINHEIRO BRAVO NO VALOR ECONÓMICO TOTAL DA FLORESTA DE PORTUGAL CONTINENTAL

As estimativas apresentadas no quadro 7 mostram que a fileira do Pinheiro bravo representa cerca de 17% do valor económico total da floresta de Portugal Continental, portanto abaixo do seu peso relativo na área florestal total. Esta questão tem que ver com a maior incidência dos incêndios florestais nas áreas de pinhal, incêndios esses que constituem externalidades negativas a deduzir dos valores de uso directos e indirectos do pinhal. [2]

Quadro 2.7 - Peso relativo da floresta de Pinheiro bravo no valor económico total da floresta de Portugal Continental em 2001 [2]

Produtos	1.000 €	%
Rolaria para pasta de papel	42.070	3,5%
Toros para serração	158.177	13,3%
Lenha	10.931	0,9%
Acréscimos de existências	40.232	3,4%
Resina	3.089	0,3%
Valor recreativo e ambiental	50.430	4,2%
Externalidades negativas (incêndios)	-102.640	-8,6%
Total da floresta de Pinheiro Bravo	202.289	17,0%
TOTAL	1.193.236	100,0%

2.7.2. INDUSTRIAS MAIS LIGADAS AO PINHO (SERRAÇÕES)

Embora as serrações transformem madeira de outras espécies de origem nacional ou importada, a madeira de pinho continua a ser ainda a sua matéria-prima principal. A produção desta indústria cresceu durante os anos 70, estimulada pelo aumento das exportações de madeira serrada para paletes. Com efeito, a percentagem das exportações relativamente ao volume total da produção desta indústria

passou de 30,3% em 1975 para 61,2% em 1980, No mesmo período a percentagem de madeira serrada para paletes no volume total de produção passou de 4,1% para 67,5%.

Pode-se dizer em síntese que as características da floresta portuguesa de Pinheiro bravo sujeito há décadas a uma continuada selecção natural negativa, obrigaram de há muito a indústria de serração a uma flexibilidade e especialização em produtos com pequenos comprimentos. Primeiro a madeira para caixas e depois, em plena crise do mercado tradicional da embalagem, a madeira para paletes produzida à dimensão final requerida pelo cliente. Este último produto, embora de baixo valor acrescentado, constituiu e constitui ainda um negócio interessante dada a rapidez de circulação do material (que não carece de secagem), dado o menor custo do parqueamento e manuseamento do produto na fabrica e, implicitamente, dada a mais rápida circulação do capital (que representa, no fundo, o aspecto mais atraente para pequenos industriais e pequenas indústrias quantas vezes descapitalizadas). [2]

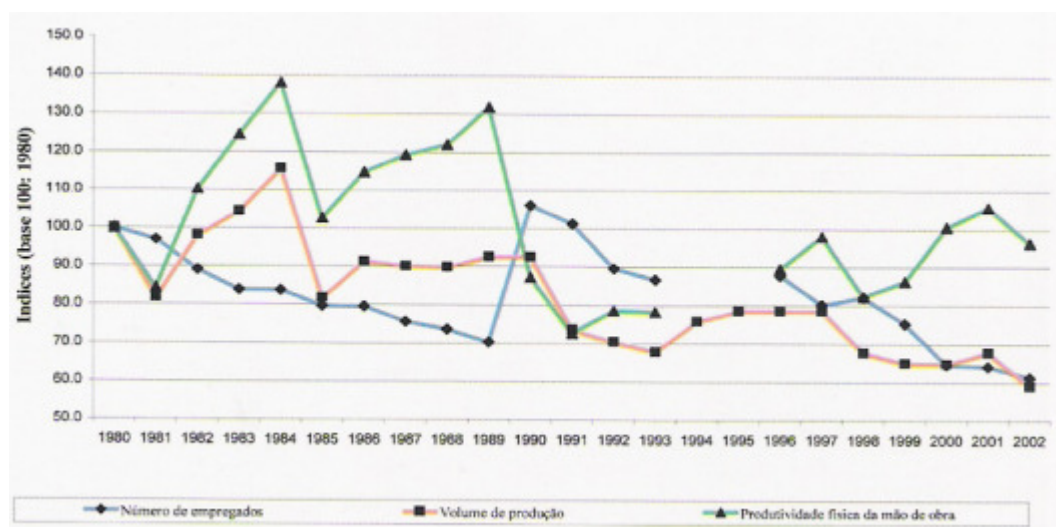


Fig. 2.18 – Índice de emprego produção e produtividade do trabalho na indústria de serrações [2]

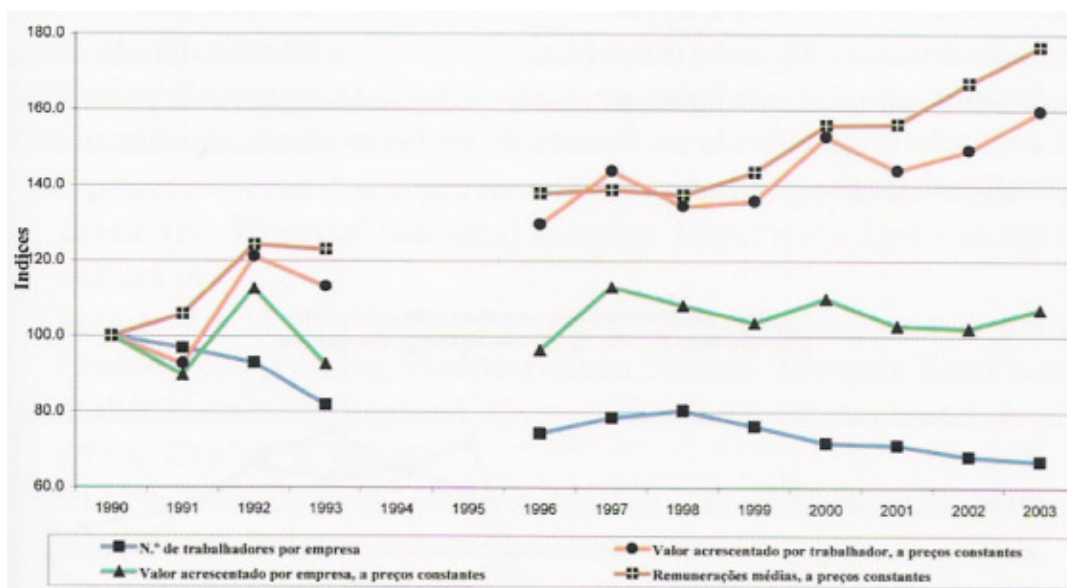


Fig. 2.19 – Índices de dimensão das empresas, de produtividade e de custo de mão e obra na industria das serrações. [2]

Esta expansão da indústria foi interrompida no início dos anos 80 por causa da diminuição da procura externa de madeira para paletes resultantes dos seguintes factores:

- Maior concorrência no mercado internacional;
- Concorrência destrutiva entre as empresas exportadoras nacionais;
- Aumento nas taxas de importação nalguns mercados de destino importantes.

Apesar de alguma recuperação da procura externa durante a segunda metade dos anos 80, a crise regressou no início da década de 90 com as políticas macroeconómicas direccionadas para o acesso à União Económica e Monetária. Por esta altura também a floresta de Pinheiro bravo estava em declínio acentuado por causa dos incêndios florestais. O resultado disso foi o preço da matéria-prima crescer mais depressa do que o preço das exportações. Nesta conjuntura, as serrações localizadas em zonas rurais do interior (com perda de população) e mais afastadas dos portos de entrada de madeiras exóticas e das zonas da indústria do mobiliário estavam em dificuldades acrescidas. Por isso, neste período houve uma grande diminuição do número de serrações, especialmente nessas zonas. Também fecharam algumas serrações mais modernas e de maior dimensão que se tinham pendurado em demasia na madeira para paletes.

Destes encerramentos de serrações não resultou um aumento significativo na dimensão média das empresas. Assim, o que continua a existir é uma indústria de estrutura dualista caracterizada por um grande número de pequenas unidades e por um pequeno número de unidades de grande dimensão. Nestas, há casos de integração vertical com as actividades de carpintaria. Onde houve mudanças mais significativas no período em análise foi na produtividade da mão-de-obra. [2]

2.7.3. INDÚSTRIAS MAIS LIGADAS AO PINHO (PAINÉIS)

A indústria dos painéis arrancou e desenvolveu-se muito com base no fabrico de aglomerados onde a madeira de pinho bravo era e ainda é a matéria-prima fundamental. Hoje em dia os principais produtos desta indústria são os painéis de fibras. Hoje, tal como no passado, as exportações são o principal destino da produção.

Esta indústria está muito concentrada num pequeno número de grandes unidades industriais, bem equipadas tecnologicamente.

As tendências até ao virar do século foram positivas no que se refere ao volume de produção e à produtividade da mão-de-obra. Nos últimos anos há sinais de algumas dificuldades possivelmente relacionadas com a deterioração das condições de competitividade externa da indústria. [2]

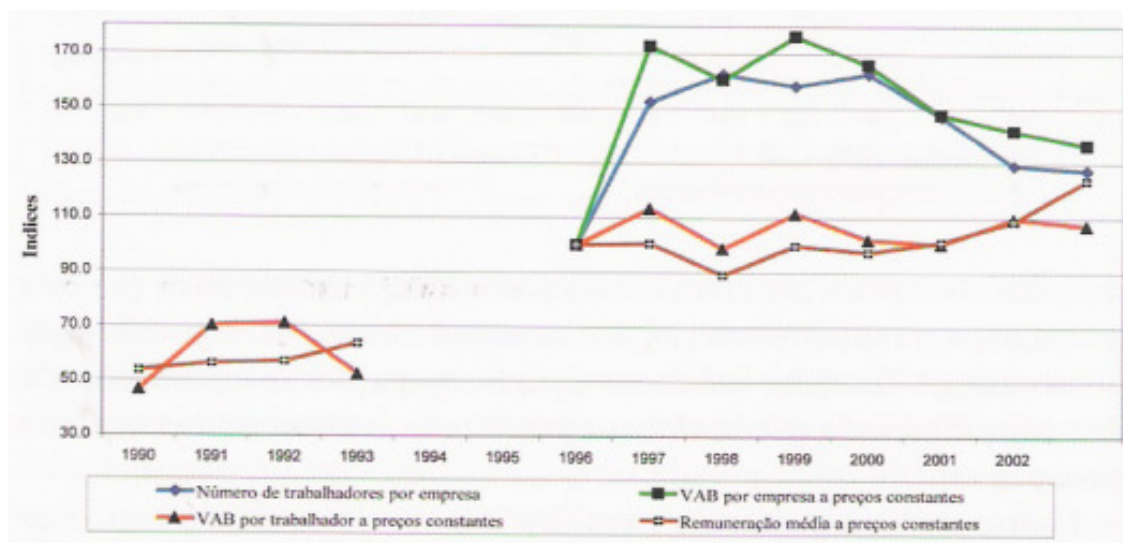


Fig. 2.20 – Índices de dimensão das empresas, de produtividade e de custo de mão e obra na indústria dos painéis [2]

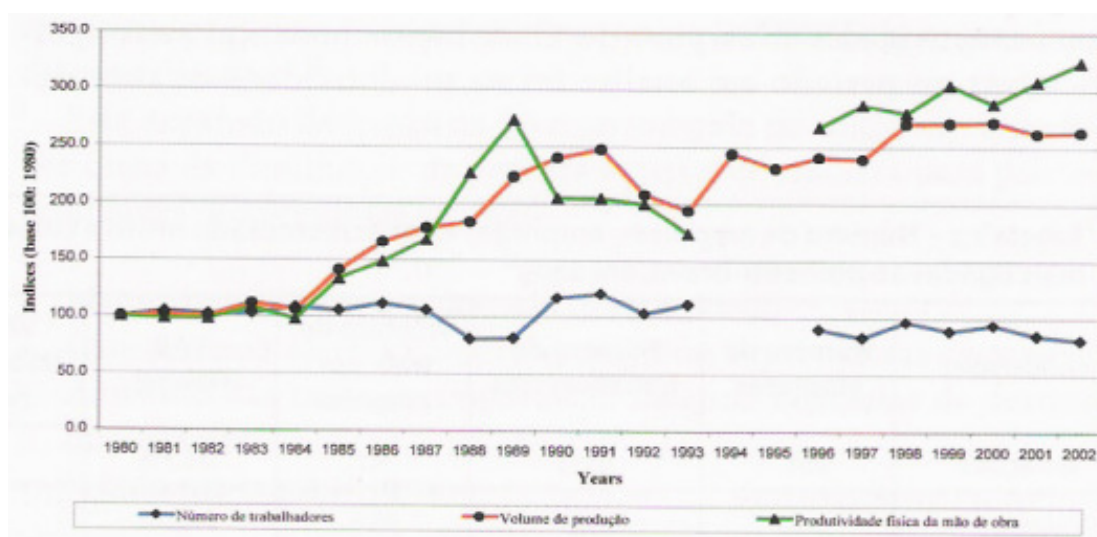
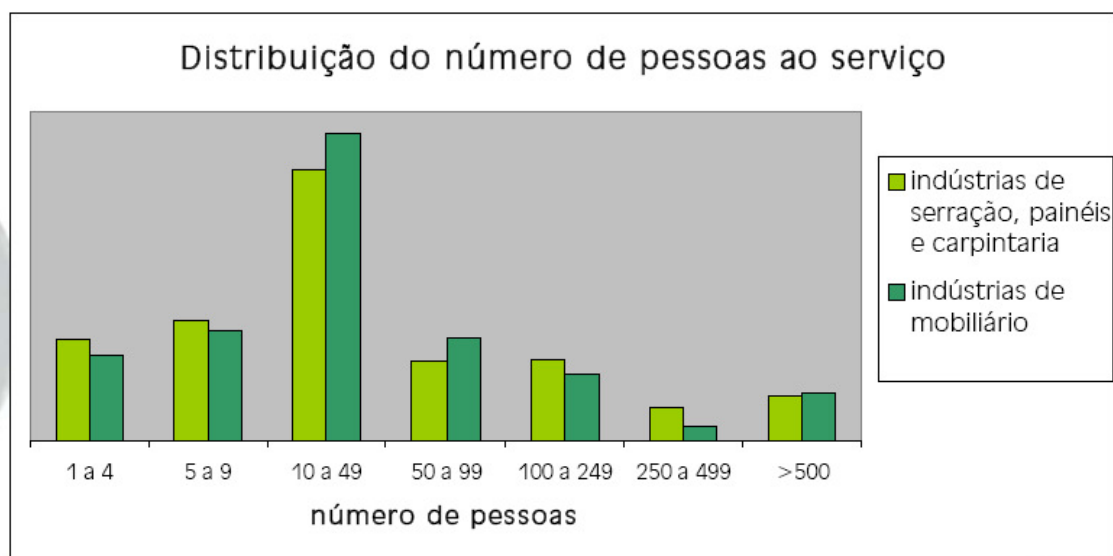


Fig. 2.21 – Índices de dimensão das empresas, de produtividade e de custo de mão e obra na indústria dos painéis. [2]

Quadro 2.8 - Numero de empresas, trabalhadores, volume de facturação, importações e exportações [4]

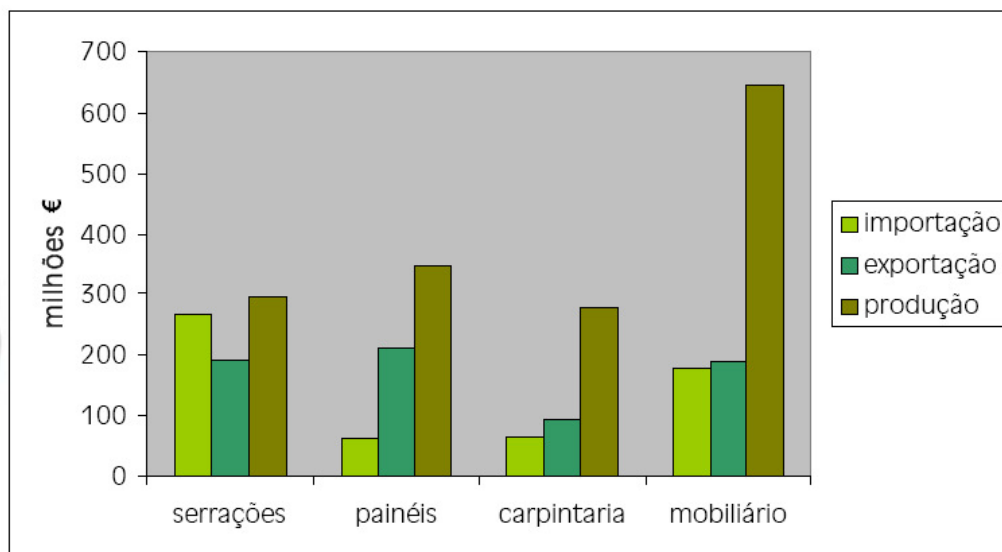
	Empresas	Trabalhadores	Vol. Vendas (milh.€)	Import (milh.€)	Export (milh.€)
Serração	< 250	4 500	295	265	192
Painéis	12	2 000	346	62,3	210
Carpintaria	> 2 000	14 000	280	64,9	93,7
Mobiliário	> 2 500	34 000	645	178	187
TOTAL	ap. 5 000	54 500	1566	570,2	682,7



Fonte: MTSS, 2006



Fig. 2.22 - Distribuição do número de pessoas ao serviço. [4]



Fonte: INE, 2006



Fig. 2.23 – Volume de negócios. [4]

3

PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS DA MADEIRA DE PINHO BRAVO

3.1. CARACTERÍSTICAS DA MADEIRA - NOTA INTRODUTÓRIA

A madeira é um material difícil de caracterizar, em primeiro lugar devido à sua heterogeneidade acentuada e forte anisotropia e em segundo lugar à influência que determinados factores exercem sobre a sua resistência e durabilidade, dos quais se destacam a humidade a direcção de actuação de cargas e sua duração e os defeitos que apresentam

A heterogeneidade, devida fundamentalmente à diferenciação entre lenho de Outono e lenho de Primavera que ocorrem em proporções muito variáveis de peça para peça ainda que extraídas da mesma árvore, e também as tensões internas que a retracção induz no seio do material lenhoso, determina uma variabilidade nas suas características mecânicas.

A anisotropia obriga a que para um dado tipo de solicitação simples (compressão, tracção e corte), se façam determinações em mais de uma direcção, por vezes segundo as três direcções principais; axial, tangencial e radial [5]

Para poder caracterizar correctamente a madeira ir-se-ão descrever as suas características físicas, mecânicas e químicas.

3.2. PROPRIEDADES FÍSICAS

3.2.1. RETRACTILIDADE

A retractorilidade de uma madeira é a medida da sua retracção e define-se como a alteração sofrida nas respectivas dimensões quando o teor de humidade da madeira passa do ponto de saturação do ar para o estado anidro (madeira seca em estufa a 103 +/- 2°C).

A retractorilidade ou contracção das madeiras e o seu inchamento manifestam-se como consequência da alternância da dessorção e absorção de água observada nas paredes das células. [6]

A madeira verde contém sempre elevada quantidade de água que vai perdendo quando começa a secar sem que, contudo, as suas dimensões se alterem. No entanto, abaixo do seu ponto de saturação das fibras (PSF), as dimensões diminuem com a perda de humidade. Inicia-se então a retracção do lenho que se processa segundo uma lei de variação linear (existe proporcionalidade entre as variações de dimensão e de humidade).

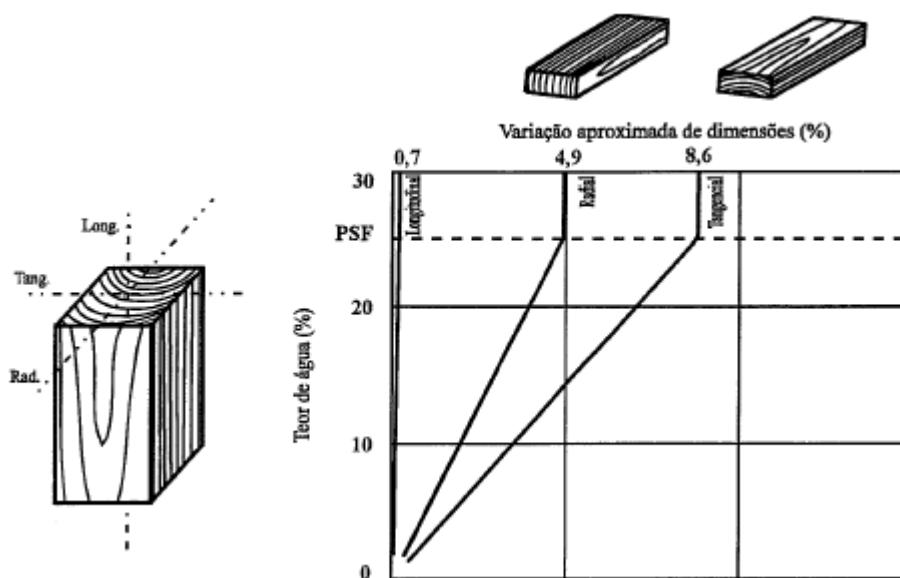


Fig. 3.1 – Direcção longitudinal, tangencial e radial e respectivos coeficientes de retracção (pinho bravo). [7]

De forma contrária, a madeira colocada em ambientes húmidos absorve água e aumenta de volume até ao referido PSF. Este fenómeno tem o nome de entumescimento da madeira.

Tudo se passa desta forma porque a madeira tem sempre tendência a equilibrar a sua humidade de acordo com o ambiente em que se encontra (humidade relativa do local). Por isso modifica-se a percentagem de água presente na madeira e consequentemente alteram-se as suas dimensões. Este fenómeno tem o nome de jogo ou trabalho da madeira e a ele se devem muitas das patologias relacionadas com pavimentos em madeira.

Mas em virtude da anisotropia do material, os valores da retracção da madeira variam consoante a direcção considerada. Então, os ensaios de caracterização visam determinar as retracções lineares totais (desde o teor de saturação das fibras até 0%) segundo as direcções tangencial (R_t), radial (R_r) e axial (R_a), a partir das quais se pode calcular aproximadamente a retracção volumétrica [7]

$$(R_v = R_t + R_r + R_a). \quad (3.1)$$

Do ponto de vista prático interessa muito, também, conhecer as retracções unitárias, quer volumétricas, quer lineares – estas em particular nas direcções transversais (radial e tangencial) -, tanto para definir as dimensões de serragem para determinadas dimensões após a secagem, como para prever a variabilidade dimensional das madeiras quando o seu teor em água varia de 1%. Por isso nas fichas de caracterização física do material aparecem, normalmente, os valores dos coeficientes de retracção volumétrica (V) e de retracção linear (V_l). [6]

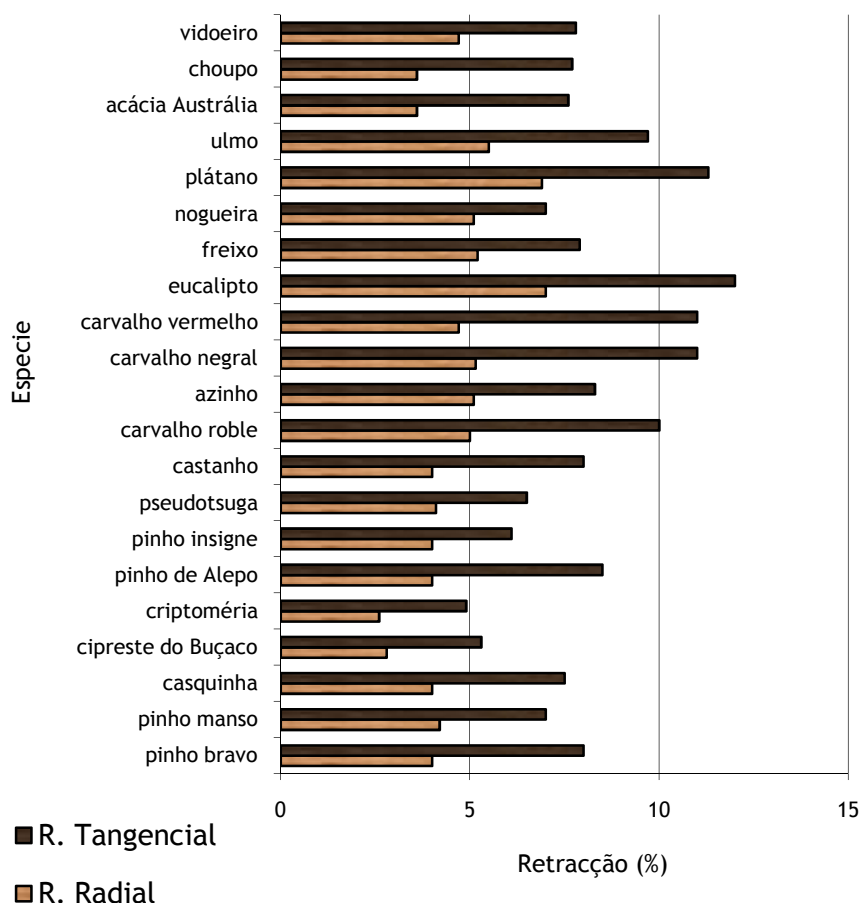


Fig. 3.2 - Retracções lineares médias de madeiras. Gráfico realizado com valores retirados de bibliografia [8]

A retração é diferente para cada tipo de espécie florestal: as madeiras duras e densas (carvalho, azinho, eucalipto) têm retração relativamente elevada, ao passo que as madeiras brandas e leves (choupo, por exemplo) têm, pelo contrário, retração baixa.

Às correlações existentes entre a densidade e a retração, por um lado, e entre a densidade e a espessura das camadas de crescimento por outro, corresponde uma íntima dependência entre a retração e a largura dos anéis, isto é, de uma maneira geral, as madeiras de resinosas de camadas anuais largas são menos retráteis do que as de anéis estreitos. As madeiras de folhosas de rápido crescimento possuem pelo contrário, valores de retração mais elevados.

O conhecimento da retração da madeira tem grande interesse para a condução da secagem, já que dela depende, em larga medida, o comportamento do material durante aquela operação, quanto à variação do volume e de forma e à predisposição para fendas e empenos.

Devido à anisotropia, a retração da madeira (e o entumecimento) é muito diferente nas três direcções fundamentais: na direcção axial, paralela ao fio, a variação é muito fraca, praticamente desprezável.

Pelo contrário, nas direcções perpendiculares às fibras, os valores da retracção são elevados e acentuadamente desiguais, assim:

- Na direcção tangencial, as variações dimensionais são particularmente fortes
- Na direcção radial, as variações são menores, podendo descer até cerca de metade da retracção tangencial.

Como exemplo, passo a apresentar os valores médios das retracções do pinho bravo. Quadro 3.1

Quadro 3.1 – Valores médios de retracção do Pinho Bravo [8]

Retracção axial (R_a)	0.7 %
Retracção tangencial (R_t)	8.6 %
Retracção radial (R_r)	4.9 %

O conhecimento de certas relações entre as retracções lineares, a retracção volumétrica e o coeficiente de retracção, é muito útil para a apreciação das madeiras e para a condução racional da secagem. Deste modo, quanto maior for a relação R_t/R_r , maior será a tendência da madeira para fender e empenar. Quanto maior for o coeficiente de retracção volumétrica, mais “nervosa” será a madeira, isto é, maiores variações de dimensão sofrerá por efeito da alteração da humidade. Quanto mais alto for o teor de saturação das fibras (PSF), maior será o coeficiente de retracção volumétrica [7]

A importância deste conhecimento da anisotropia e das relações acima referidas revela-se também importante na conversão primária da madeira, nomeadamente quando serrada em verde, por dois motivos fundamentais:

- Para a definição das dimensões com que deve serrar-se uma peça em verde para que, depois de seca, a sua secção transversal se aproxime da secção nominal que se pretende.
- Para a definição da técnica mais conveniente, de modo a reduzir ao mínimo os perigos de fendilhação ou de deformação (empenos).

O conhecimento das relações tem também grande importância. Refira-se apenas que nas peças com corte radial, a anisotropia manifesta-se com menos intensidade, conduzindo a melhores resultados. Acontece que, neste caso, é necessário um maior rigor de dimensionamento em verde da espessura, que sensivelmente corresponde à direcção tangencial.

A norma portuguesa NP 615 (1973) - Madeiras. Determinação da retracção - fixa o processo de determinar as grandezas características da retracção de um provete de madeira (retractilidade segundo as direcções axial, radial e tangencial).

Na avaliação da retractilidade volumétrica, determina-se:

V_1 – volume do provete saturado (cm^3)

V_2 – volume do provete seco ao ar (cm^3)

V_3 – volume do provete seco em estufa ($103^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$) até massa constante.

H – teor em água do provete seco ao ar, expresso em (%)

A retracção volumétrica (ϵ_v), expressa em (%), é:

$$\epsilon_v = \left(\frac{V_1 - V_3}{V_3} \right) * 100 (\%) \quad (3.2)$$

O coeficiente de retracção volumétrica (α_v) expresso em (%), é:

$$\alpha_v = \left(\frac{V_2 - V_3}{V_3 * H} \right) * 100 (\%) \quad (3.3)$$

O teor em água de saturação das fibras (S) é dado por:

$$S = \frac{\epsilon_v}{\alpha_v} \quad (3.4)$$

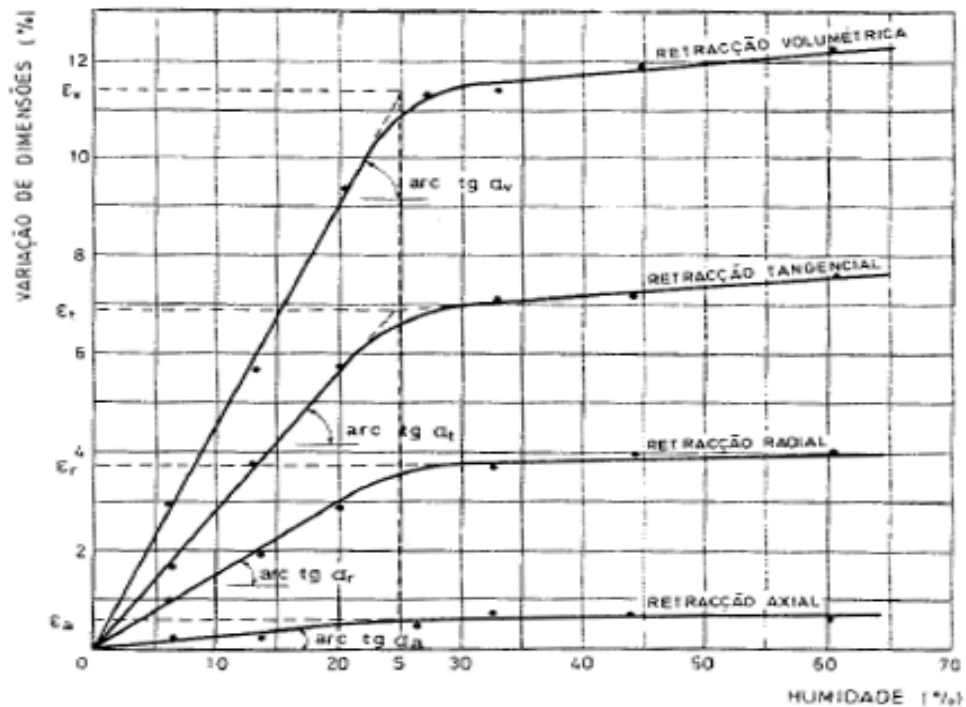


Fig. 3.3 – Diagrama de retratibilidade [6]

3.2.2. TEOR DE ÁGUA

Na sequência do abate das árvores a água subsiste na madeira sob três formas: água de constituição, água de impregnação e água livre.

A água de constituição encontra-se combinada com alguns componentes da matéria lenhosa, na qual esta por conseguinte naturalmente integrada. Não pode, portanto, ser eliminada sem que a própria substância seja destruída.

Quando na madeira não existe outra humidade, além da água de constituição, diz-se que ela está completamente seca, isto é, anidra. Para que uma peça de madeira possa atingir este estado basta fazê-la permanecer durante algum tempo em estufa, aquecida a $103 \pm 2^\circ \text{C}$ até o peso se manter constante.

A água de impregnação encontra-se a preencher os espaços entre as paredes das células, que sendo hidrófilas sofrem um natural inchamento, o que dá azo a alterações, de maior ou menor vulto, no volume da peça, consoante o grau de humidade.

O comportamento físico-mecânico da madeira é, assim, alterado com o valor de água de impregnação da madeira. [6]

Por estas razões a humidade da madeira é um dos factores que mais afectam a resistência mecânica deste material e há, por isso, que estudar a sua influência sobre as tensões de rotura para as várias solicitações e sobre outras características que interessam ao dimensionamento das estruturas. A madeira verde tem uma resistência mínima relativamente a todos os esforços que nela se produzem com excepção daqueles que causam rotura por choque. Esta resistência mínima mantém-se aproximadamente constante durante o primeiro período da secagem, precisamente até à altura em que se atinge nas células do lenho a humidade correspondente ao ponto de saturação das fibras que é, em média, de 24 % para o pinho bravo e que oscila em geral, para as diferentes madeiras, entre aquele valor e 32 %. Abaixo destes valores deixa de existir água livre no lúmen das células e toda a água que se liberta do lenho sai da parede celular, que fica, assim, sujeita a retracções e adquire características diferentes, do ponto de vista de resistência mecânica, tanto mais elevadas quanto mais baixar o teor de água nela contido.

A maneira como esta água se distribui nas paredes das células lenhosas é sobre tudo o fenómeno das tensões internas por ela induzidas na estrutura sub-microscópica dessas paredes são extraordinariamente complexos e a eles se deve a grande influência que a humidade exerce nas características mecânicas do lenho. [5]

A relação entre a resistência da madeira e o seu teor de água está representado na figura 4, para o caso do Pinho Bravo.

Verifica-se que um aumento do teor de água desde 0% até ao ponto de saturação das fibras (25 a 30%, consoante as espécies), ocasiona uma redução aproximadamente linear da sua resistência mecânica. Acima do PSF, as propriedades mecânicas não sofrem variação.

Este processo é aproximadamente reversível, ou seja, a secagem subsequente da madeira resulta no aumento da sua resistência, desprezando o aumento do eventual desenvolvimento de fendas de secagem.

Quando as condições de serviço implicam um elevado teor de água, médio ou temporário, a resistência correspondente deveser tida em conta para efeitos de dimensionamento. São exemplos as cofragens, as estruturas imersas em água ou expostas às intempéries. De igual forma caso se empregue na construção madeira verde deve considerar-se uma temporária redução de resistência em relação aos valores previstos para o material após secagem. [7]

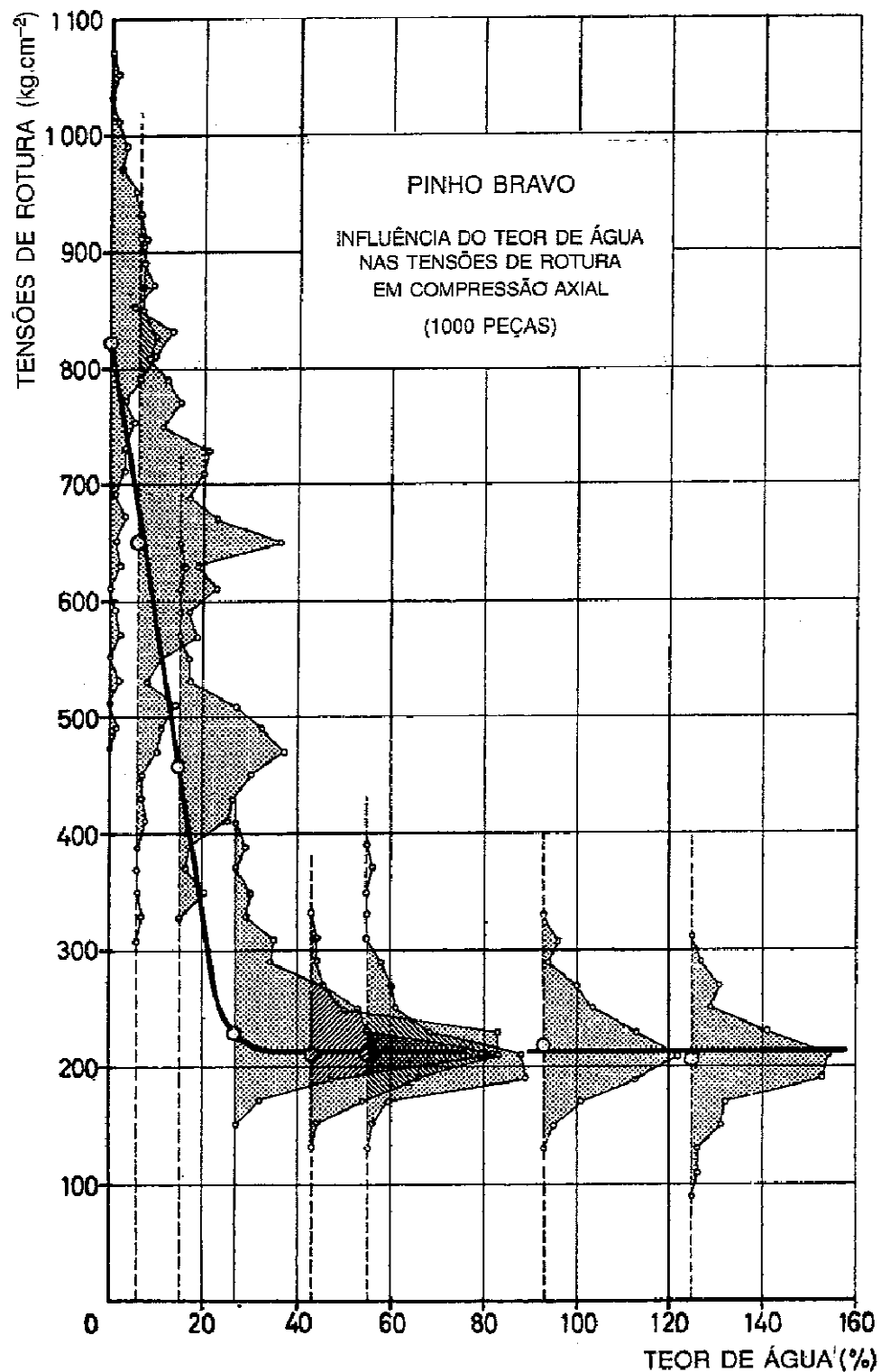


Fig. 3.4 – Ralação entre tensões de rotura em compressão axial e o teor de água da madeira – valores médios
[5]

O teor de água de uma madeira é o quociente, expresso em percentagem, da massa de água presente nessa madeira pela massa do provete depois de seco até atingir o estado anidro. Considera-se que toda a água presente na madeira (água livre + água de impregnação) se evapora quando o provete é sujeito a uma secagem a 103 +/- 2°C até atingir massa constante. [7]

$$H(\%) = \frac{P_H - P_o}{P_o} * 100 \quad (3.5)$$

H = Teor de humidade

Ph = Peso húmido

Po = Peso seco

Deve ainda ter-se em conta que o teor de água da madeira é um dos factores que condicionam a sua eventual degradação por agentes biológicos, já que térmitas e fungos de podridão necessitam geralmente de humidade elevada, pelo que a manutenção do teor de água da madeira abaixo de certos valores impede o ataque por aqueles agentes.

Condiciona igualmente diversos aspectos tecnológicos, como sejam a facilidade de corte e furação, a impregnabilidade, a resistência da colagem ou a qualidade dos acabamentos, com implicações directas nas várias operações industriais.

Por estas razões, a identificação do teor de água de equilíbrio de um elemento de madeira em função da aplicação, a sua correcta especificação e controlo são aspectos fundamentais para a minimização de problemas e de custos, garantindo o seu correcto desempenho. [7]

3.2.3. DENSIDADE

Uma das características que mais determinam a variabilidade da resistência da madeira de pinho relativamente aos vários tipos de solicitação é a variabilidade da sua densidade. Esta variabilidade está intimamente relacionada com os factores de clima e de solo da região em que o pinheiro se desenvolve e com as condições de povoamento e até exploração dos pinhais em que a árvore vegeta.

A carência ou abundância de água dos terrenos, a riqueza ou pobreza em sais minerais neles contidos, a densidade populacional das matas, a sua exposição ao sol e aos ventos, a sua altitude e até o modo como se praticam os cortes culturais são factores que imprimem ao lenho formado características tecnológicas tão diversas que chegam a parecer de espécies diferentes madeiras produzidas em locais afastados e por vezes até no mesmo local.

Se é certo que este carácter de variabilidade é comum a todas as espécies florestais de um modo geral, no caso do pinheiro bravo e deste País ele tende a acentuar-se mercê da adaptabilidade desta espécie a quase todos os terrenos e altitudes e das características do clima de Portugal, tão variáveis como a sua própria orografia

A representação que a influência dos factores referidos tem no aspecto da madeira traduz-se, por espessuras bastante variáveis das camadas anuais de crescimento e por percentagens muito diferentes de lenho de Outono. [5]

De um modo geral tem-se constatado que, nas resinosas as madeiras com anéis de crescimento anuais muito espessos (rápido crescimento) são mais leves que as de anéis mais estreitos (lento crescimento),

contrariamente ao que acontece nas folhosas em que as madeiras de rápido crescimento (anel largo) são mais pesadas que as de lento crescimento (anel estreito).

A densidade da madeira reveste quase, sempre, a maior importância no que se refere ao seu aproveitamento. Dai a preferência que por vezes se dá a madeiras de determinadas regiões, como é o caso do Pinheiro Bravo oriundo da Mata de Leiria, que, devido aos seus crescimentos regulares, com grande percentagem de lenho de Verão, apresenta elevada densidade e boas características no que concerne a resistência mecânica.

Deve-se ter também em consideração a interferência económica e comercial que a densidade da madeira pode ter, uma vez que o seu peso tem influência directa no custo do seu transporte, mas também o das operações ligadas a sua laboração e por consequência a sua eleição em consonância com as finalidades do seu emprego.

Em caixotaria, são preferidas madeiras leves, já que o preço dos fretes é função do peso das taras.

No tocante a mobiliário também é de evitar o emprego de madeiras excessivamente pesadas pois estas dificultam o seu transporte.

Pelo contrário, as travessas de caminhos-de-ferro requerem de madeiras de densidades mais elevadas de forma a aumentar a estabilidade da via-férrea, bem como a aderência das suas ligações aos carris.

Em termos de definição pode-se dizer que a densidade é normalmente considerada em termos de massa específica aparente – peso por unidade de volume aparente e é sempre referida ao teor de humidade com que foi determinada. [6]

$$Dh = \frac{P_h}{V_h} \quad (\text{g. cm}^{-3}) \quad (3.6)$$

Um importante factor a considerar, quando se determina a densidade de uma madeira é, portanto, a quantidade de água que ela contém, isto é, o seu teor de humidade. [6]

No quadro 3.2 e 3.3 indicam-se densidades das principais madeiras portuguesas (12% de humidade), e a correspondente classificação.

Quadro 3.2 – Densidades das principais madeiras resinosas Portuguesas [6]

Nome comercial	Densidade (kg/m ³) a 12% de H	Classificação
Cipreste do Buçaco	500-600	Med. Pesada
Ciptomeria	250-300	Muito leve
Pinheiro bravo	500-600	Med pesada
Pinheiro manso	500-700	Med pesada

Quadro 3.3 – Densidades das principais madeiras Folhosas Portuguesas [6]

Nome comercial	Densidade (kg/m ³) a 12% de H	Classificação
Acácia	550-650	Med pesada
Azinho	800-950	Pesada
Carvalho	600-900	Med pesada
Castanho	550-700	Med pesada
Choupo	400-580	Muito leve a leve
Eucalipto	700-850	Med pesada
Faia	650-800	Med pesada
Freixo	650-880	Med pesada
Nogueira	600-750	Med pesada
Plátano	650-800	Med pesada
Sobreiro	700-950	Pesada
Ulmeiro	700-800	Med pesada

3.2.4. CONDUTIBILIDADE TÉRMICA

Dada a sua estrutura molecular, que apresenta numerosas massas de ar de pequeníssimas dimensões (em que este se encontra aprisionado) e da sua constituição celulósica, a madeira é um mau condutor de calor.

Esta propriedade varia consoante a espécie em causa, bem como do teor em água presente na mesma. A direcção de transmissão do calor é um factor também importante no desempenho de determinada peça de madeira face à temperatura, ou seja, a condutibilidade térmica é maior paralelamente às fibras do que transversalmente a estas.

Pode-se definir coeficiente de condutibilidade térmica (ou de transmissão de calor) de um material, ao número, K, de quilo calorías (Kcal) que atravessa 1 m² de parede desse material durante uma hora, por metro de espessura e por grau de diferença de temperatura entre as duas faces da parede.

Quadro 3.4 – Coeficiente de transmissão térmica. [6], [9]

Material	Coeficiente de transmissão térmica (W/m ² °C)
Materiais muito isoladores	0,04
Madeiras em geral	0,1
Pinheiro bravo	0,12
Pinheiro manso	0,15
Alvenarias de tijolos	0,5-1,0
Betão corrente	1,4-1,75
Rochas	2,0-3,0
Aço	50
Alumínio	230
Cobre	300

O inverso deste coeficiente é o coeficiente de resistência térmica ($1/K$) e ao comparar os respectivos valores da madeira com os de paredes de alvenaria concluímos que as paredes de madeira são excelentes isolantes térmicos sendo por essa razão que as casas construídas nos países frios são construídas ou revestidas a madeira.

Assim uma parede dupla de madeira em que cada elemento tem 2,5 cm, e um espaçamento de 4 cm, terá a seguinte resistência térmica apresentada no quadro 3.5.

Quadro 3.5 – Resistência térmica. [6]

Elemento construtivo	Resistência térmica ($m^2 \text{ } ^\circ C/W$)
Parede dupla de alvenaria de tijolo 15, com 4 cm de espaçamento	0,78
Parede dupla de madeira, em que cada elemento tem 2,5 cm, com 4 cm de espaçamento	0,88

3.2.5. CONDUTIBILIDADE ELÉCTRICA

Neste ponto há a distinguir por razões óbvias, a madeira seca da madeira húmida.

Quando seca, a madeira é um excelente isolante, apresentando uma elevada resistividade. À medida que o teor em água presente na madeira vai aumentando, as suas propriedades isolantes vão descendo incrivelmente devido, é claro, a uma maior presença de água, bem como de sais minerais, podendo ser verificado no quadro 3.6.

Quadro 3.6 – Valores médios da resistividade transversal das madeiras. [6]

Humidade (%)	Resistividade (megaohms/cm)
7	22000
10	600
15	18
25	0,5

Dependendo fundamentalmente do teor em água, a condutibilidade eléctrica depende também da espécie em causa sendo a massa específica e a direcção das fibras factores importantes na maior ou menor resistividade que determinada peça apresenta. Considera-se que é entre duas a quatro vezes mais fraca na direcção axial do que na transversal, e pouco mais fraca na direcção radial, que na tangencial

As propriedades isoladoras da madeira podem ser melhoradas com a impregnação sob pressão de resinas (baquelite e outras), beneficiando também a resistência mecânica.

A madeira seca é geralmente um bom material isolador para instalações e equipamentos de baixa tensão, mas é obvio que a sua humedificação pode alterar substancialmente a resistividade, motivo que é de toda a conveniência pintar e envernizar as peças como medida de protecção

Faz-se uma referência muito importante no que se refere à grande dependência existente entre o teor em água e esta propriedade. Por este facto se devem fazer medições da resistividade de determinada peça como indicador, bastante fiável, do teor em água presente na peça, sendo usada esta relação em ensaios para a determinação do mesmo há já bastantes anos. [6]

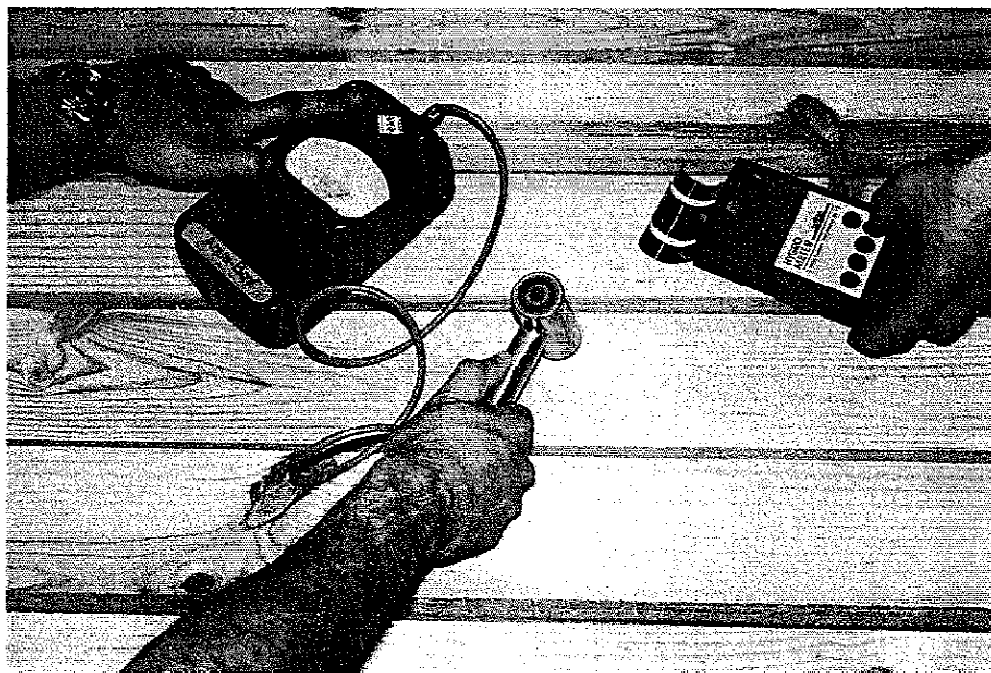


Fig. 3.5 – Humidímetros para madeira [7]

3.2.6. CONDUTIBILIDADE SONORA

As madeiras são, em geral contra-indicadas no isolamento acústico a sons aereos, mas são bons materiais quando se deseja eliminar ruídos devido a serem bons absorventes acústicos

Sendo a madeira um material leve, as reduções de som conseguidas com este material quando usado em paredes divisórias ou exteriores são sempre baixas, tendo então que se ter em atenção o uso conjugado de materiais com melhores propriedades isolantes. [6]

Os valores indicados no quadro 3.7 mostram o mau desempenho da madeira neste campo:

Quadro 3.7 – Valores de isolamento acústico de diversos materiais de construção. [6]

Material	Espessura (cm)	Isolamento acústico (dB)
Alvenaria de tijolo burro	30	53
Laje de betão	20	68
Vidro de janela	0,18-0,38	24
Aglomerado de madeira	6,5	20
Chapas de fibra de madeira	1,2	18

No que se refere às capacidades deste material como absorvente, o cenário é já outro, sendo conseguido num caso corrente de uma pequena sala com paredes revestidas a madeira, uma absorção de 5 dB. Consoante o tratamento superficial da madeira, esta propriedade pode aumentar ou diminuir. O quadro 3.8 apresenta alguns valores para o coeficiente de absorção sonora de diversos materiais ($f=500\text{Hz}$):[6]

Quadro 3.8 - Coeficiente de absorção, por m^2 de parede ou piso de alguns materiais de construção, correspondentes a uma ($f=500\text{ Hz}$). [6]

Materiais	Coeficiente de absorção sonora (dB)
Alvenaria com reboco	0,025
Chapas acústicas de fibra de madeira	0,64
Betão simples	0,02
Lambris de madeira	0,06
Soalhos	0,09
Pisos de betão	0,012

3.2.7. RESISTÊNCIA AO FOGO.

Nas construções os incêndios eclodem, desenvolvem-se e extinguem-se consoante os materiais neles envolvidos.

Para a defesa das construções da acção devastadora do fogo, torna-se necessário um conhecimento cabal das características dos diversos materiais relacionados com a inflamabilidade.

A combustão na madeira ocorre a cerca de $280\text{ }^{\circ}\text{C}$, momento a partir do qual se dá a decomposição desta. Surge então a produção de gases inflamáveis e consequente aparecimento das chamas, subindo a partir daqui a temperatura e alastrando-se o incêndio.

A transmissão de energia calorífica pode dar-se de três formas (condução, convecção e radiação), sendo a transmissão por condução a única que se dá numa peça em ignição.

Por esta razão é fácil deduzir que quanto mais alto for o teor em água presente numa peça de madeira, mais tarde se dará a combustão da mesma e quanto maior for a espessura da peça, maior será o lapso de tempo necessário para a sua calcinação.

Um ponto importante no que diz respeito à resistência da madeira ao fogo, e que joga a favor desta em detrimento de outros materiais de construção: dando-se a combustão da madeira a cerca de 280 °C e mesmo que num incêndio se atinjam temperaturas na ordem dos 1000 °C, a madeira conserva durante algum tempo características de resistência mecânicas que o aço, por exemplo, não consegue manter, pois este sofre uma acentuada alteração das suas propriedades mecânicas a partir de 300 °C. Este facto não deixa de ter bastante interesse, nomeadamente no capítulo das estruturas, campo onde as características mecânicas são de maior importância.

Para reduzir o grau de inflamabilidade das madeiras, recorre-se a substâncias ignífugas, isto é, que conferem à madeira um maior poder de resistência contra o fogo.

O emprego de produtos que diminuem a combustibilidade da madeira é prática utilizada desde a antiguidade, pois os Egípcios recorriam a uma mistura de vinagre e alúmen para tratamento da madeira contra o fogo, processo que os romanos aperfeiçoaram mediante a adição de uma substância mineral incombustível à base de argila.

Nos tempos modernos (1821) constataram-se as propriedades ignífugas de certos sais minerais: fosfato e cloreto de amónio, boratos de sódio e de cálcio. Na sequência e estudos desenvolvidos desde (1900) com vista a averiguar a capacidade ignífuga de diversos produtos químicos utilizados na impregnação de diversos materiais de construção, concluiu-se que os mais eficazes eram as soluções aquosas de fosfato monoamónico e dihidrogénio diamónico. [6]

Do ponto de vista não da resistência ao fogo, mas da reacção ao fogo, e no caso concreto da madeira de pinho, existem duas classes: M4 para espessuras inferiores a 18 mm e M3 para espessuras superiores ou iguais a 18 mm. [9]

3.3. PROPRIEDADES MECÂNICAS

Ao contrário do betão e do aço, a madeira não apresenta homogeneidade, é por isso, anisotrópica e heterogênea. Desta forma, é natural que se verifiquem diferenças nos valores das resistências mecânicas de acordo com a natureza do esforço, direcção e densidade da peça em causa.

As fibras formam o elemento de resistência da madeira, logo, quando uma peça é constituída por um grande número de vazios, terá tendência para ser mole e pouco resistente, vindo mais uma vez provar-se a importância da densidade. Por outro lado, se a constituição dessa peça apresentar fibras longas, estando os tecidos mais ligados a resistência à flexão será grande. Quando as fibras são em fraca proporção mas de repartição regular conferem boa flexibilidade, dando rigidez e compacidade quando são em maior proporção.

Passando à análise de outros elementos constituintes da madeira, deve dizer-se que os vasos e canais secretores constituem vazios, sendo por isso elementos que contribuem para fracas resistências.

Os raios medulares são também elementos que constituem pontos fracos, formando planos de menor resistência e segundo os quais podem ocorrer fendas. As células de parénquima são pouco rígidas, conferindo por isso plasticidade à madeira. Quando bem repartidas estas células podem favorecer bastante o processo de secagem, pois evitam o aparecimento de fendas. [6]

No que diz respeito às propriedades mecânicas propriamente ditas, irão ser abordadas as que constam na norma EN 338 (2003) “*structural timber – strength classes*”, pois são as mais relevantes no âmbito deste trabalho, até porque no seu total as características mecânicas primárias e secundárias são cerca de quinze.

3.3.1. COTAS DE QUALIDADE

A madeira, como material natural que é, apresenta comportamentos distintos nos vários ensaios a que é sujeita. É possível encontrar uma grande dispersão de valores nos resultados obtidos, mesmo quando se considera a mesma direcção do esforço e o mesmo indivíduo.

A forma de contornar estes problemas é o recurso a *cotas de qualidade*. Relacionando as resistências com os valores das densidades é então possível obter números próximos, pois já foi demonstrado nas propriedades físicas da madeira, que as resistências aumentam com a densidade. Deste modo, é-nos permitido qualificar a madeira quanto às suas propriedades mecânicas.

Para peças de madeira calculam-se *cotas de qualidade estática* que se podem definir como o quociente entre a resistência mecânica correspondente à tensão de rotura e a massa específica aparente a 12% de humidade:

$$Ce = \frac{R_{12}}{(100 \times \rho_{12})} \quad (3.7)$$

A cota de qualidade de resistência à compressão axial varia de 6 a 10 de acordo com as características do provete.

Para as espécies produtoras de matéria-prima, usam-se *cotas de qualidade específica* que se exprimem pelo quociente entre a tensão-limite de resistência e o quadrado da massa específica:

$$Ce = \frac{R_{12}}{(100 \times (\rho_{12})^2)} \quad (3.8)$$

Esta cota é praticamente constante para cada espécie e varia de 9 a 20 dependendo da espécie em causa:

- 9 a 14 para folhosas pesadas
- 15 a 17 para resinosas pesadas e folhosas leves
- 18 a 20 para resinosas leves

Podemos daqui depreender que para o caso do pinho bravo, esta cota andarà na casa dos 15 a 17.

Na prática estas noções de cotas de qualidade usam-se pouco no emprego da madeira em obra, em que no caso das estruturas e onde as características mecânicas são mais importantes, o peso próprio destas é muito inferior às cargas aplicadas.

A noção de cota de qualidade é de maior importância no que respeita ao aproveitamento industrial das madeiras. [6]

3.3.2. RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO AXIAL

Uma peça sujeita à compressão no sentido das fibras apresenta propriedades plásticas (ao contrário do que se passa na tracção axial).

Os valores referidos na norma EN 338 (2003 E) “*structural timber – strength classes*” indicam que os valores para a tracção são inferiores aos da compressão. [10]

Quadro 3.9 – Valores característicos das tensões de tracção e compressão paralela e perpendicular às fibras da madeira [10]

Propriedades elásticas (N/mm ²)		C14	C16	C18	C20	C22	C24	C27	C30	C35	C40	C45	C50
Tracção paralela às fibras	$f_{t,0,k}$	8	10	11	12	13	14	16	18	21	24	27	30
Tracção perpendicular às fibras	$f_{t,90,k}$	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Compressão paralela às fibras	$f_{c,0,k}$	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	29
Compressão perpendicular às fibras	$f_{c,90,k}$	2	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2

Consultada também a ficha de informação do LNEC referente às propriedades físicas e mecânicas do pinho bravo M2 (1997) “*pinho bravo para estruturas*”, foram encontrados também valores de ordem inferior para a tracção paralela às fibras quando comparado com a compressão na mesma direcção. [11]

Quadro 3.10 – Valores característicos das tensões de tracção e compressão paralela e perpendicular às fibras da madeira de pinheiro bravo [11]

Propriedades mecânicas		Classes de qualidade	
		EE	E
(valores característicos) (N/mm²)			
Tracção paralela às fibras	f t,0,k	21	10,8
Tracção perpendicular às fibras	f t,90,k	0,49	0,46
Compressão paralela às fibras	f c,0,k	24,7	18
Compressão perpendicular às fibras	f c,90,k	7,3	6,9
Corte	f v,k	3,4	2

Os valores das tensões de rotura por compressão axial para a madeira de pinho bravo variam entre 18 e 24,7 N/mm² para as classes de qualidade E (estruturas) e EE (especial para estruturas) respectivamente. [11]

O mesmo se passa com os valores referidos na norma NP EN 1194 (2002) “*estruturas de madeira – madeira lamelada-colada – classes de resistência e determinação dos valores característicos*” na qual se podem encontrar valores referentes às características mecânicas dos lamelados - colados. [12]

Quadro 3.11 – Valores característicos da resistência para madeira lamelada - colada combinada [12]

Classe de resistência da madeira lamelada-colada combinada		GL 24c	GL 28c	GL 32c	GL 36c
Resistência à tracção	F _{t,0,g,k}	14,0	16,5	19,5	22,5
	F _{t,90,g,k}	0,4	0,4	0,5	0,5
Resistência à compressão	F _{c,0,g,k}	21,0	24,0	26,5	29,0
	F _{c,90,g,k}	2,4	2,7	3,0	3,3
Resistência ao corte	F _{v,g,k}	2,2	2,7	3,2	3,8

Para os lamelados-colados, os valores da tensão de rotura por compressão axial variam entre 21 e 31 N/mm² (valor mínimo para lamelados de madeira combinada e valor máximo para lamelados de madeira homogénea) de acordo com a norma NP EN 1194 (2002) “*estruturas de madeira – madeira lamelada-colada – classes de resistência e determinação dos valores característicos*”

A norma portuguesa que fixa o processo de determinar as grandezas características da rotura por compressão é a NP 618 (1973) “*madeiras – ensaio de compressão axial*”. [13]

Comparando os valores da tensão de rotura com os valores de teor em água verifica-se que o valor máximo de tensão de rotura se dá para a madeira seca, enquanto que o valor mínimo se dá para teores de água que passam o ponto de saturação das fibras (cerca de 30%).

Para valores que vão desde 10% até 20%, a resistência à compressão pode considerar-se directamente proporcional ao teor em água.

Em relação à presença de defeitos, pode constatar-se que os nós têm uma reduzida influência na resistência à compressão axial

3.3.3. RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO NORMAL

No que diz respeito ao comportamento da madeira quando sujeita a esforços de compressão perpendiculares à direcção das fibras, este é significativamente pior do que quando a direcção da carga é a mesma das fibras, aliás verifica-se o mesmo no que diz respeito a esforços de tracção, como se pôde constatar anteriormente.

De qualquer forma é importante salientar que o comportamento à compressão é bastante melhor do que à tracção quando a direcção da acção é normal às fibras.

Os valores das tensões de rotura encontrados para este caso variam entre 6,9 e 7,3 N/mm² para as classes de pinho bravo E e EE respectivamente, bastante mais altos do que para a tracção na mesma direcção. [11]

Para os lamelados - colados, estes valores variam entre 2,2 e 3,6 N/mm², (valor mínimo para lamelados de madeira combinada e valor máximo para lamelados de madeira homogénea) tendo neste caso, este tipo de madeira um comportamento pior do que a madeira maciça.

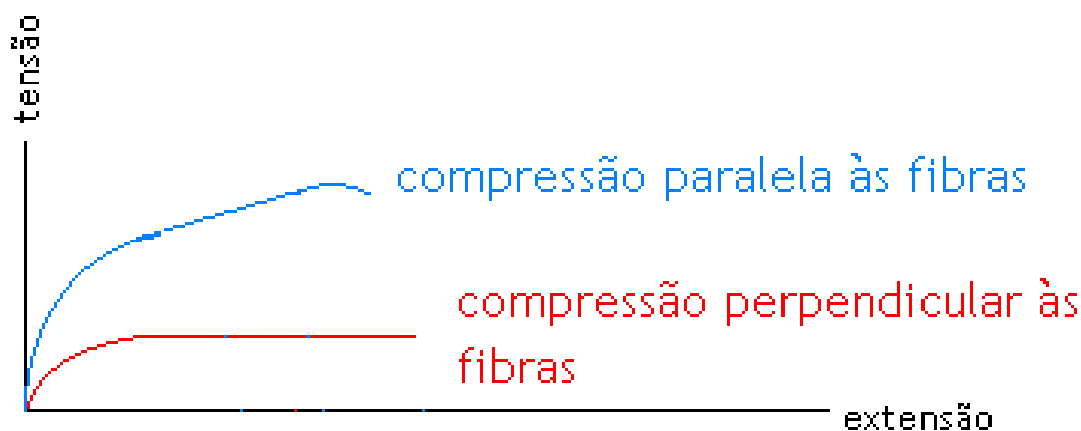


Fig. 3.6 – Gráfico comparativo de compressão paralela e perpendicular às fibras

3.3.4. RESISTÊNCIA À TRACÇÃO AXIAL

A madeira raramente apresenta rotura quando sujeita a esforços de tracção na direcção das fibras, isto devido à sua estrutura fibrosa. A rotura dá-se quando juntamente com esforços axiais, actuam esforços secundários por efeito de ligações, que irrompendo nas fibras, reduzem a secção resistente e provocam outro tipo de solicitações (fendimento, cisalhamento e compressão normal) e às quais a madeira apresenta uma menor resistência.

A razão pela qual a madeira apresenta tão bom comportamento quando sujeita à tracção axial é devido as contracções transversais que resultam da tracção a que a peça está sujeita que contribuem para aproximar os feixes das fibras aumentando deste modo a coesão e a aderência. De forma contrária irá acontecer no caso da compressão axial em que as tensões internas provocam o afastamento das fibras, determinando a sua rotura. [6]



Fig. 3.7 – Tipo de provete destinado a ensaio de tracção axial [6]

Por esta razão a madeira requer cargas elevadas para romper por tracção axial, cerca de três vezes maiores do que para compressão axial. [6]

Não está previsto nas normas portuguesas nenhum ensaio à tracção axial, vindo no entanto esta característica referida nas normas EN 338 (2003)E “*structural timber – strength classes*” e NP 4035 (1995) “*madeira serrada de pinheiro bravo para estruturas*”.

De qualquer forma referira-se a dificuldade existente na determinação da carga de rotura em ensaios experimentais, não sendo fácil de obter uma forma para as cabeças dos provetes de modo a que não actuem os tais efeitos secundários acima referidos. [6]

Dependendo da classe de qualidade, a madeira de pinho apresenta valores para a tracção paralela às fibras de 10,8 N/mm² para a classe E e de 21 N/mm² para a classe EE, (valores característicos).

Para os lamelados - colados, estes valores variam entre 14 e 26 N/mm² (valor mínimo para lamelados de madeira combinada e valor máximo para lamelados de madeira homogénea) de acordo com a norma NP EN 1194 (2002) “*estruturas de madeira – madeira lamelada - colada – classes de resistência e determinação dos valores característicos*” como se pode verificar nas tabelas acima representadas.

3.3.5. RESISTÊNCIA À TRACÇÃO NORMAL

A resistência à tracção na direcção perpendicular às fibras é muito pequena como se pode depreender depois da análise feita ao caso em que o sentido é o das fibras (axial).

Ao serem aplicadas forças perpendicularmente às fibras, estas têm tendência a separar-se e alargar. Um exemplo simples que demonstra esta tendência é o facto das fibras se afastarem facilmente quando se prega um prego, sem que seja necessário cortar ou furar a madeira.

A norma NP 621 (1973) “*ensaio de tracção transversal*” define tensão de rotura por tracção transversal a H% de teor em água como “quociente da força de rotura por tracção transversal pela área da secção de rotura do provete, ambos os valores a H% de teor em água”.

Os valores obtidos para a tensão de rotura andam entre 0,46 e 0,49 N/mm² para o pinho bravo (valores característicos). [11]

Nos quadros 3.12 e 3.13 apresentam-se as classificações das madeiras em função das tensões de rotura à tracção normal e das cotas de aderência respectivamente:

Quadro 3.12 – Classificação das madeiras em função das tensões de rotura à tracção normal

Classificação das madeiras	Tensões de rotura (N/mm ²)
Pouco resistentes	0,10-0,25
Medianamente resistentes	0,25-0,45
Muito resistentes	0,45-0,65

Quadro 3.13 – Classificação das madeiras em função das cotas de aderência

Classificação das madeiras	Cotas de aderência
Pouco aderentes	0,15-0,30
Medianamente aderentes	0,30-0,45
Muito aderentes	0,45-0,60

Para os lamelados - colados, estes valores variam entre 0,35 e 0,6 N/mm² (valor mínimo para lamelados de madeira combinada e valor máximo para lamelados de madeira homogénea) de acordo com a norma NP EN 1194 (2002) “*estruturas de madeira – madeira lamelada - colada – classes de resistência e determinação dos valores característicos*” [12]

3.3.6. RESISTÊNCIA AO CORTE

O corte pode ocorrer em peças de madeira sob a acção de esforços que provocam o deslizamento de um plano sobre o outro, pode dar-se na direcção paralela às fibras, oblíqua ou normal às mesmas.

A resistência ao corte apresenta valores mínimos quando este se desenvolve na direcção paralela às fibras. Este é o caso que se dá com mais frequência na prática e é determinado em ensaios.

O corte oblíquo ocorre na compressão de peças curtas e acompanha sensivelmente o plano de tensões principais (a 45°), sensivelmente porque a madeira não apresenta homogeneidade.

O corte normal às fibras ocorre com muito pouca frequência quando os esforços são aplicados nesta direcção. A rotura dá-se sim, por esmagamento das fibras que suportam a carga. [6]

Os valores das tensões de rotura encontrados para este caso variam entre 2,0 e 3,4 N/mm² para as classes de pinho bravo E e EE respectivamente. [11]

Para os lamelados-colados, estes valores variam entre 2,2 e 4,3 N/mm² (valor mínimo para lamelados de madeira combinada e valor máximo para lamelados de madeira homogénea) de acordo com a norma NP EN 1194 (2002) “*estruturas de madeira – madeira lamelada - colada – classes de resistência e determinação dos valores característicos*” [12]

A norma que fixa os processos de determinar a rotura por corte é a NP 623 (1973) –Madeiras. Ensaio de corte.

Esta norma define tensão de rotura por corte a H% de teor em água de um provete de madeira como: “quociente da força de rotura por corte pela secção de rotura do provete, ambos os valores determinados com o provete a H% de teor em água.”. [14]

$$\tau_H = \frac{F}{a.b} \quad (3.9)$$

As condições do ensaio bem como a forma e características do provete estão fixadas na mesma norma.

Na mesma norma é também indicada a forma de determinar a tensão de rotura por corte a 12% de teor em água:

$$\tau_{12} = \tau_H * \left(1 + K_s * (H - 12) \right) \quad (3.10)$$

Onde,

τ_{12} = tensão de rotura por corte a 12% de teor em água (Kg/cm²)

τ_H = tensão de rotura por corte a H% de teor em água (Kg/cm²)

K_s = coeficiente que se determina experimentalmente, mas que no geral se toma 0,05

H = teor em água do provete expresso em %.

Quadro 3.14 – Classificação das madeiras em função das cotas de aderência. [6]

Classificação das madeiras	Tensão de rotura (Kg.cm-2)
Pouco resistentes	50 a 70
Mediamente resistentes	70 a 100
Muito resistentes	100 a 160

4

PRIMEIRA TRANSFORMAÇÃO DA MADEIRA DE PINHO BRAVO

4.1. TRANSFORMAÇÃO INDUSTRIAL DA MADEIRA

A figura 4.1 representa o ciclo completo de transformação da madeira.

A primeira fase da transformação da madeira refere-se ao conjunto de operações realizadas sobre a madeira em toro, proveniente da floresta, cortada em diversos grupos e dimensões.

Correntemente inclui-se na primeira transformação da madeira o trabalho das serrações e toda a indústria de derivados em placa, designados por “painéis de madeira”, e o trabalho associado ao tratamento prévio das madeiras (secagem e preservação).

Incluiremos na segunda transformação, todas as operações de colocação de madeira serrada, com maior ou menor tradicionalismo e que se indicam na figura 4.1;

- Paletes e embalagens;
- Mobiliário;
- Carpintaria de interiores;
- Fabrico de componentes para a construção com destaque para materiais estruturais tais como os lamelados-colados, vigas tipo I, LVL ou outros similares;
- Outros produtos de madeira, menos correntes, tais como utensílios diversos do tipo; lápis, palitos, louça, utensílios de cozinha;

Ao nível da segunda transformação, algumas áreas mais recentes apresentam um elevadíssimo potencial tais como o fabrico de madeiras Termicamente Tratadas que podem ser genericamente caracterizadas por apresentarem uma muito maior durabilidade, mas em contrapartida, um pior desempenho mecânico (entre outras coisas por ser quebradiça).

Começa-se actualmente a falar numa terceira transformação de produtos à base de madeira dos quais os mais representativos serão os compósitos de diversos tipos ou os produtos de decoração ou para outros usos mais sofisticados e que se caracterizam por um elevadíssimo índice de industrialização e pela procura de soluções “ready-to-use”.

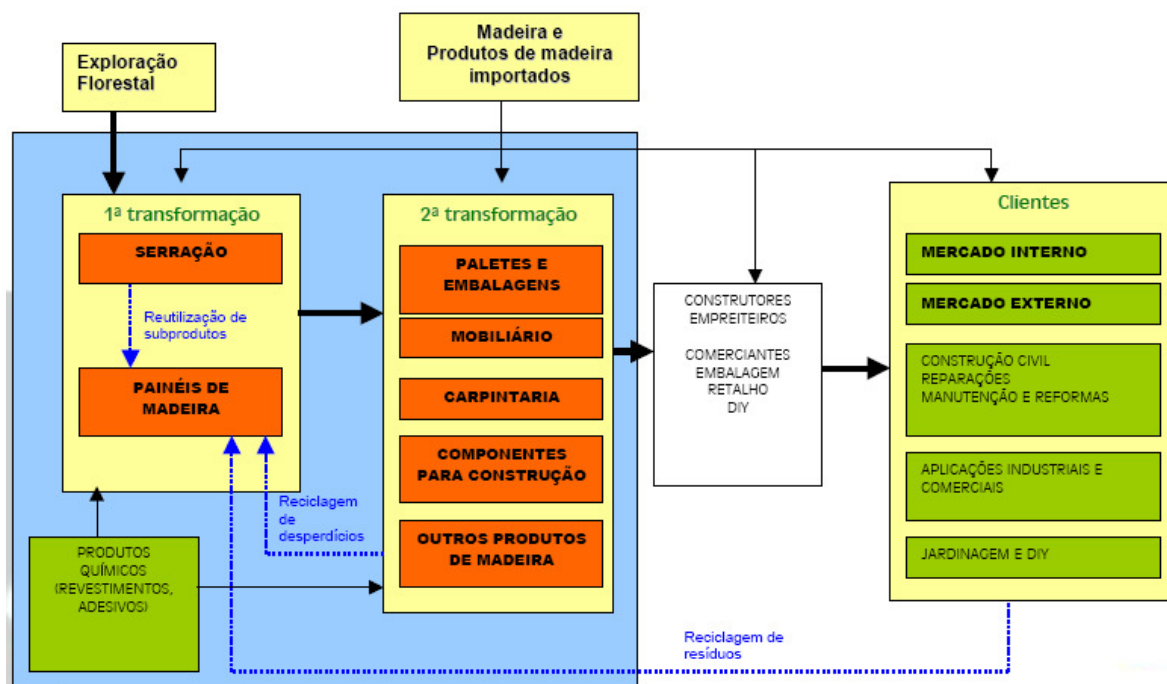


Fig. 4.1 – Ciclo da madeira. [15]

4.2. SECAGEM DA MADEIRA

A secagem é uma fase de grande importância nos processos de transformação da madeira nos mais diversos produtos, porque proporciona entre outras vantagens, a melhoria das características de trabalhabilidade e redução tanto da alteração dimensional bem como da possibilidade de ataque de fungos e insectos

A secagem da madeira, sendo indispensável, oferece entre outras, as seguintes vantagens:

- Diminui sensivelmente o peso da madeira, favorecendo o seu transporte e reduzindo o custo das estruturas;
- A madeira seca apresenta-se estável, ainda que sofra uma retracção nas suas dimensões;
- A resistência das madeiras aumenta significativamente e de forma progressiva, à medida que é libertada a água de impregnação;
- A madeira seca é mais resistente aos agentes de destruição, principalmente à acção de fungos, que necessitam de elevados teores de humidade para se desenvolverem;
- Os produtos de impregnação, usados nos processos de preservação das madeiras, exigem um determinado grau de secagem ou, pelo menos, ausência de água livre, para poderem penetrar de modo satisfatório;
- A madeira deve estar seca para poder receber satisfatoriamente tinta ou verniz de protecção.[6]

Neste capítulo descrever-se-ão os diferentes tipos de secagem, assim como, os defeitos que podem aparecer na madeira após a sua secagem

4.2.1. PROCESSO FÍSICO DA SECAGEM (BREVE DESCRIÇÃO)

Do ponto de vista físico, a secagem pode ser vista como um balanço dinâmico entre a transferência de calor da corrente de ar para a madeira, a evaporação superficial, a difusão de humidade e o fluxo de massa da água capilar.

O calor é transferido do meio secante (ar) para a superfície da madeira por convecção. Depois da superfície ser aquecida, este calor é transferido para o interior por convecção. No início da secagem, quando a madeira está húmida, a transferência de calor do ambiente para a superfície é o factor mais importante a ter em conta. À medida que a madeira perde humidade, com o decorrer do processo de secagem, a transferência de calor da superfície para o interior passa a ser o factor determinante. Por esta razão, as velocidades do ar são mais importantes na primeira fase da secagem do que nas seguintes.

A transferência de calor e a evaporação superficial são controladas pelas condições externas, enquanto o movimento da humidade do interior até à superfície de madeira é controlado principalmente por propriedades da madeira como a permeabilidade e a massa específica. No que diz respeito à movimentação da água no interior da madeira devem ser consideradas tanto a difusão como o fluxo capilar.

Existem então diferentes formas de água na madeira, das quais as principais são

- Capilar ou livre – água no estado líquido, contida nos espaços intra e inter-celulares, principalmente no lúmen dos vasos, das fibras, traqueídeos e outros elementos anatómicos.
- Higroscópica – água adsorvida na superfície e no interior da parede celular, ligada aos componentes básicos da madeira principalmente por pontes de hidrogénio (atração entre moléculas).

A água movimenta-se de zonas de alta humidade para zonas de baixa humidade, o que quer dizer que a parte externa da madeira deve estar mais seca que o seu interior para que haja secagem. Os elementos situados na superfície cedem água à atmosfera envolvente, tanto mais rápido quanto mais alta for a temperatura, menor a humidade relativa e maior a velocidade do ar (ventilação).

Após a diminuição da humidade da superfície, ocorre movimentação da humidade do interior para o exterior da madeira.

Deste modo, forma-se um gradiente de humidade, que se reflecte nos diferentes valores da humidade, leia-se teor em água, de uma peça de madeira ao longo das suas dimensões. Esta irregularidade na distribuição da humidade é mais acentuada em tábuas grossas, necessitando-se como é lógico, de mais tempo para a sua uniformização.

Durante o processo de secagem, várias são as forças que agem em simultâneo na movimentação da humidade, sendo de destacar os fenómenos físicos da capilaridade e da difusão, dando então o seu contributo para a formação do gradiente.

A capilaridade actua na movimentação da água no estado líquido, através de capilares representados na madeira pelo lúmen e pontuações. A tensão capilar, que causa a movimentação do líquido, resulta da tensão superficial na interface gás / líquido e é inversamente proporcional ao raio do capilar.

Essa relação está expressa na expressão seguinte, pela Lei de Jurin:

$$\Delta P = \frac{2\gamma \cos\theta}{r} \quad (4.1)$$

onde:

ΔP = diferencial de pressão (tensão capilar)

γ = tensão superficial do líquido

θ = ângulo de humedecimento

r = raio do capilar

A facilidade de escoamento da água líquida na madeira define a sua permeabilidade. Considerando que o fluxo de água líquida através da madeira obedece às leis de Darcy e de Poiseuille, é possível estabelecer uma relação entre a permeabilidade e o raio do capilar, de acordo com a seguinte fórmula [16]

$$K = \frac{N * \pi * r^4}{8 * \mu * A} \quad (4.2)$$

K = permeabilidade

N = nº de capilares

r = raio dos capilares

μ = Viscosidade do líquido

A = área da amostra, perpendicular à direcção do fluxo

O movimento da água higroscópica pode ser considerado como um fenómeno de difusão, sendo então o transporte da massa resultante do movimento das moléculas e da diferença de concentração. As moléculas de água movimentam-se de regiões ou zonas de elevadas concentrações para zonas com baixas concentrações. Assim como a velocidade de difusão da água higroscópica depende do gradiente de humidade, a difusão de vapor de água é função do gradiente de pressões.

No interior da madeira, a pressão de vapor aumenta de acordo com o aumento da humidade até ao ponto de saturação das fibras (PSF).

Acima do PSF, dificilmente se poderá observar a movimentação de água no estado de vapor.

O movimento de vapor de água através dos espaços vazios na madeira depende da humidade relativa do ar confinado nestes espaços e do ar exterior que envolve a madeira. No caso do ar exterior possuir uma baixa humidade relativa, o vapor de água vai dirigir-se do interior da madeira húmida para a atmosfera. Assim, a velocidade de secagem depende da humidade exterior, interior e da diferença entre a humidade superficial e interior da madeira.

Durante a secagem é possível dizer que os mecanismos de movimentação por difusão do vapor de água e de água higroscópica sejam realizados simultaneamente.

A difusão da água higroscópica ocorre até ao instante em que a molécula de água atinge a cavidade celular. Quando isto acontece, a água, em estado de vapor, começa a movimentar-se por difusão através do ar contido no lúmen. Durante o seu percurso para a superfície da madeira, a água no estado de vapor, é novamente adsorvida por uma outra parede celular, para então ocorrer outra vez o mecanismo de difusão da água higroscópica.

4.2.2. PROCESSOS DE SECAGEM

4.2.2.1. Secagem Natural

Parecendo um tanto ou quanto desactualizada, a secagem ao ar é um método ainda em uso no nosso país. Com o aparecimento há uns anos atrás dos primeiros secadores, este método foi naturalmente perdendo terreno, muito embora esteja ainda em uso

A secagem natural começa logo à partida por apresentar como principal desvantagem o facto de estar estritamente dependente das condições climáticas. Enquanto que na secagem artificial temos um controlo total sobre a temperatura, a ventilação e a humidade, na secagem natural todos estes factores passam a estar dependentes das condições climáticas.



Fig. 4.2 – Processo de secagem natural

Os tempos de secagem, são também como é óbvio incrivelmente maiores, sendo mesmo impossível atingir determinados teores em água. Uma peça com um teor em água inferior à humidade relativa do local onde está aplicada terá tendência a atingir um estado de equilíbrio higroscópico, subindo então o seu teor em água. Ora numa secagem ao ar livre, nunca se vão conseguir obter teores em água demasiadamente baixos (muito úteis para o emprego da madeira em pavimentos interiores), pois as condições ambientais nunca o permitirão.

A norma francesa impõe taxas de humidade para as madeiras secas ao ar de 13 a 17%, se bem que grande parte das vezes estes valores não se consigam cumprir, pois no inverno a madeira estabiliza em cerca de 17 a 22% e só no verão em cerca de 13 a 15%.

O aparecimento de fungos ligados ao azulamento da madeira, dá-se também com alguma facilidade enquanto a madeira seca ao ar, sendo necessário tratamento preventivo. Este aspecto tem muita importância dado que a madeira de pinho é bastante susceptível ao ataque deste tipo de fungos.

Para além dos aspectos negativos já apresentados, refira-se que dados os grandes tempos de secagem necessários, este tipo de secagem poderá implicar uma grande imobilização de capital, se a quantidade de madeira a secar for apreciável. [6]

Foram apresentados uma série de aspectos negativos ligados à secagem natural, o que poderá levar a concluir que este tipo de secagem só apresenta inconvenientes em relação à secagem artificial tão em uso no nosso país.

Assim não se passa, porque os aspectos a seguir apresentados são dois pontos muito fortes a favor da tradicional secagem ao ar:

Em primeiro lugar não necessita de um grande investimento inicial, dado que basta possuir um terreno plano, suficientemente vasto e arejado. Os estaleiros destinados à secagem artificial requerem um investimento inicial de largas centenas de milhar de euros, isto para modestas instalações de secagem.

Em segundo lugar, a favor da secagem natural, tem também que ver com um assunto muito em voga hoje em dia: não há consumo de energia. Um secador de madeiras convencional despende grandes quantidades de energia no seu funcionamento (eléctrica ou outra).

A secagem natural visa a redução da humidade da madeira para um valor mínimo compatível com as condições climáticas locais.

A madeira é disposta em pilhas, separadas por intervalos, e devidamente orientadas em relação aos ventos dominantes. São usadas coberturas, temporárias ou permanentes contra as acções da chuva e do sol.

A secagem é mais rápida nas épocas do ano em que a temperatura do ar é maior e a humidade relativa é menor. A eficiência da secagem vai depender fundamentalmente da circulação do vento no interior e entre as pilhas, tornando-se portanto difícil de prever a duração e o grau de secagem da madeira.

Foi referida acima a grande diferença existente entre os tempos de secagem artificialmente e ao ar. Diga-se então que em época propícia, a madeira em tábuas da maioria das espécies, quando seca ao ar, demora cerca de 20 a 30 dias a perder metade da sua humidade, necessitando de um período 3 a 5 vezes maior para atingir o ponto de equilíbrio com o meio ambiente. Na secagem artificial, tudo isto se passa numa questão de poucos dias. [6]

No quadro 4.1 podem ser confirmados os tempos de secagem para duas espessuras de uma resinosa:

Quadro 4.1 – Tempos de secagem da madeira ao ar. [9]

Espessura	Teor em água (%)		Empilhamento	
	Inicial	Final	Na Primavera	Outono Inverno
27 mm	80 a 100	15 a 17	2-3 Meses	3-4 Meses
50 mm	80 a 100	15 a 17	3,5-4,5 Meses	5-6 Meses

4.2.2.2. Secagem Artificial

Os secadores são os de tipo convencional e podem ser definidos como câmaras de secagem que operam com temperaturas entre os 95 °C (secagem a baixa temperatura) e os 115°C (secagem a alta temperatura). Estes equipamentos dispõem de um sistema de aquecimento, um sistema de

humidificação do ar e um conjunto de aberturas que permitem a troca do ar entre o interior do secador e o meio externo. Um sistema de ventilação promove a circulação do ar através das pilhas de madeira.

O sistema de aquecimento mais comum é uma bateria de aquecedores que pode utilizar como fluido térmico, o ar quente, água quente, vapor de água ou óleo.

A humidificação do ar é obtida pela libertação de vapor a baixa pressão ou com a aspersão de água fria dentro do secador.

A circulação do ar é feita por um conjunto de ventiladores que estão posicionados lateralmente ou então num tecto falso acima das pilhas.

As janelas ou aberturas estão colocadas de tal forma que a acção dos ventiladores faz com que o ar quente e húmido do interior seja expelido, dando então entrada ao ar exterior [17]

A secagem convencional apresenta como principais vantagens a independência das condições climáticas, menor duração em relação à secagem ao ar livre, maior controlo sobre os defeitos e sobre o teor em água pretendido. É no entanto um processo pouco indicado para peças espessas (o ideal para estas é o vácuo).

As principais restrições da secagem em secadores convencionais estão ligadas ao facto destes terem um elevado custo inicial (não tão alto como para os de vácuo) e à necessidade de mão-de-obra especializada.

Existem ainda mais dois tipos de secadores, os de vácuo, que são pouco usados dado o seu elevadíssimo preço e os de condensação que não servem para a secagem do pinho bravo pelo facto de funcionarem a temperaturas que permitem o aparecimento de fungos [17]



Fig. 4.3 e 4.4 – Secador convencional



Fig. 4.5 – Sistema de ventilação de secadores convencionais

4.2.3. DEFEITOS DA SECAGEM

Os defeitos gerados em determinada peça de madeira que está sujeita a um processo de secagem podem causar grandes entraves à sua posterior utilização. Alguns destes defeitos impossibilitam mesmo a aplicação da madeira para a grande maioria dos fins a que se destina.

Com a evolução verificada nos processos de secagem artificial, nomeadamente com a introdução de programas de secagem mais elaborados, estes defeitos foram significativamente reduzidos.

Um defeito de secagem pode ser definido como toda e qualquer alteração que venha a ocorrer numa peça de madeira durante a sua secagem, que venha a dificultar o seu reprocessamento numa fase posterior.

Fundamentalmente, os defeitos criados durante um processo de secagem são cinco, (havendo dentro destes várias formas):

- Fendas
- Empenos
- Colapso
- Endurecimento superficial
- Manchas

4.2.3.1. Fendas

O fenómeno de formação destas fendas é relativamente fácil de explicar e dá-se durante o processo de secagem. As fendas resultam de tensões de tracção por insuportáveis diferenciais de humidade em níveis diferentes do material lenhoso das peças. Inclusive as fendas internas desta natureza têm, fundamentalmente, a mesma origem e resultam apenas de uma inversão de tensões que se verifica na camada superficial das peças quando tendo secado sob estado de tracção têm uma efectiva retracção mais fraca do que nas zonas internas, onde normais coeficientes de retracção vão determinar roturas radiais, já que desencadeiam compressões periféricas superiores à coesão do material por tracção perpendicular no centro da peça, fendas essas não detectáveis nas superfícies. [17]

Se as condições de secagem são tais que favorecem uma forte evaporação inicial (temperaturas altas e humidade baixa (50%)), pode dar-se a ocorrência de fendas superficiais pois a madeira seca muito mais rapidamente à superfície e apresenta valores de humidade muito inferiores ao ponto de saturação das fibras, estando no centro com mais de 30% de humidade, logo retrai.

Supondo então que num processo de secagem, as fendas superficiais vão progressivamente aumentando de tamanho de tal forma que a parte interna da madeira chega finalmente ao ponto de saturação e começa a contrair-se. As fendas superficiais terão agora tendência a fechar e a partir de determinada altura deixam de ser visíveis.

As fendas internas não são, na grande maioria das vezes identificáveis à superfície, sendo apenas detectadas no posterior trabalho da madeira, na fase da conversão de determinada peça para caixilharia ou taco, por exemplo. Este tipo de defeito pode inutilizar por completo a peça em causa.

Quando as fendas se localizam nos topos e se prolongam de uma face à outra da peça denominam-se rachas.

Como é evidente as fendas provocam entraves mais ou menos graves ao uso da madeira para diversos fins, isto porque reduzem a resistência mecânica e aumentam a susceptibilidade ao ataque de fungos, nomeadamente xilófagos. [7]

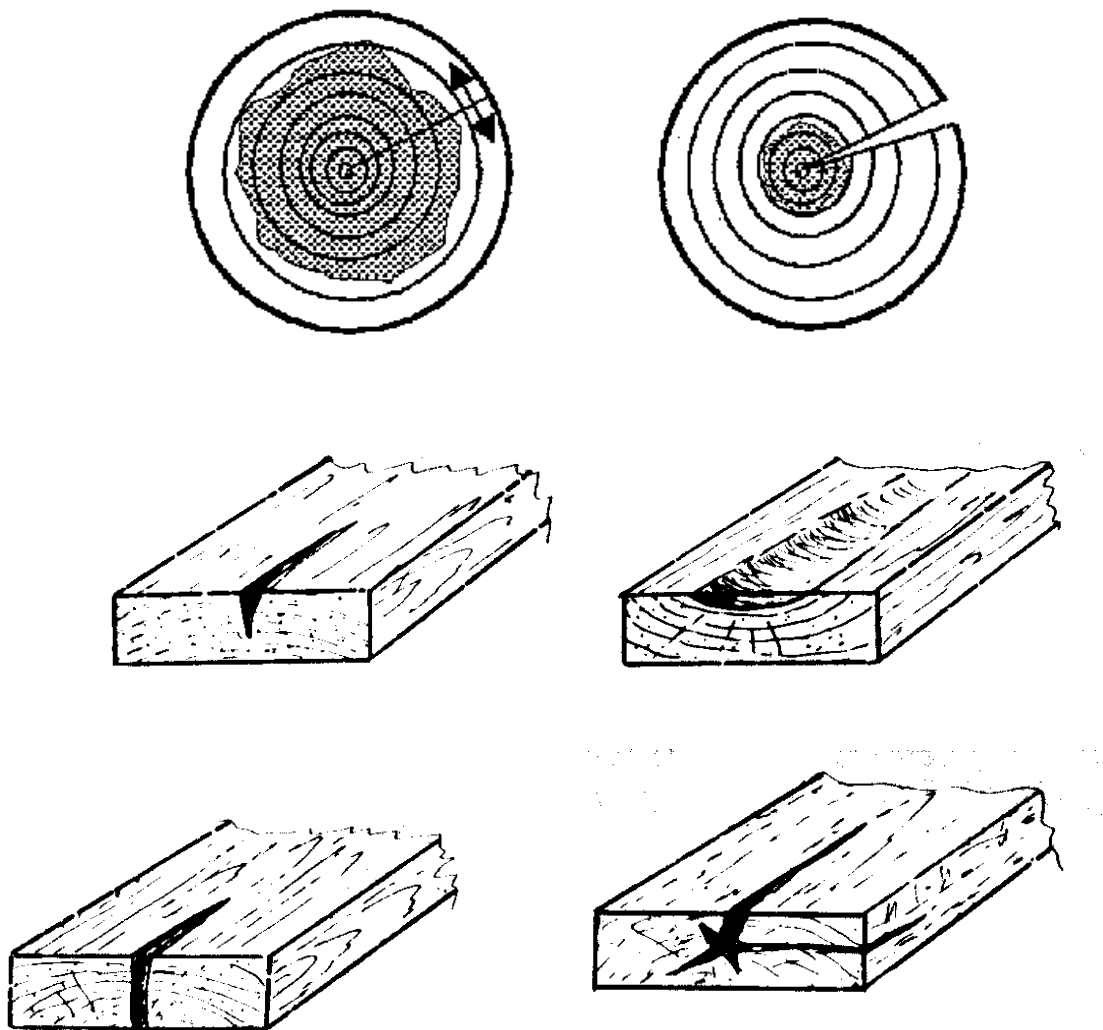


Fig. 4.6 – Tipos e desenvolvimentos de fendas [7]

4.2.3.2. Empenos

Os empenos são originados por desiguais retrações que a madeira sofre segundo as várias direcções. Isso ocasiona diferentes variações dimensionais em faces opostas, traduzidas por um encurvamento das peças o que pode implicar dificuldades de aplicação.

Este fenómeno ocorre especialmente em peças de corte tangencial, devendo ser evitadas grandes superfícies contínuas segundo este corte. [11]

A limitação dos empenos é feita fundamentalmente por questões funcionais e dificuldades de aplicação em obra, nomeadamente no caso de estruturas. [7]

Fundamentalmente existem cinco formas comuns de empenos:

- Meia cana
- Hélice
- Arco de canto
- Arco de face
- Empeno em meia cana

É gerado quando ocorre uma secagem mais rápida numa das faces da peça, contraindo-se então uma mais que outra.

Pode também contrair-se mais uma face que outra devido ao plano em que foi feito o corte da peça (radial ou tangencial).

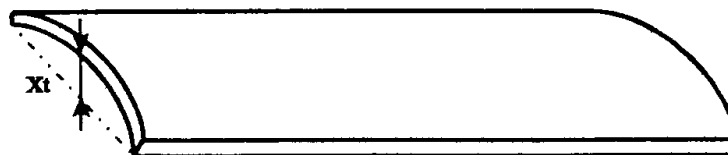


Fig. 4.7 – Empeno em meia cana [11]

- Empeno em hélice

As causas podem ser as mesmas apontadas para o empeno em meia cana, mas este tipo de empeno pode também ser gerado pela combinação de tensões internas diferentes e desvios do fio (normalmente espiralado).

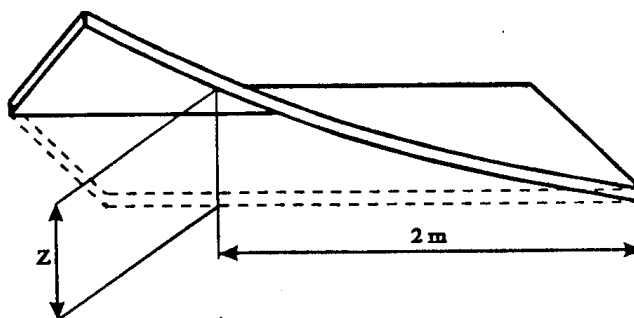


Fig. 4.8 – Empeno em hélice [11]

- Empeno em arco de canto

Este tipo de empeno é causado pela diferença na contracção longitudinal das faces laterais da peça.

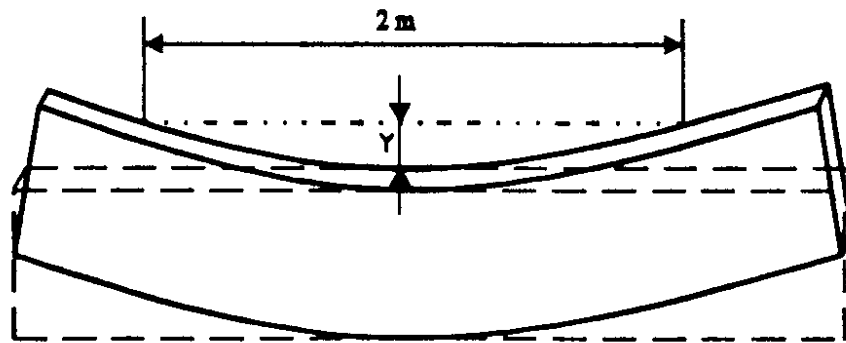


Fig. 4.9 – Empeno em arco de canto [11]

- Empeno em arco de face

Ocorre também devido a diferenças de retracção, mas nas faces da peça propriamente ditas, quando uma delas sofre uma secagem mais acentuada que outra.

Da mesma forma que para o empeno em hélice, as irregularidades do fio são um factor determinante, assim como as tensões criadas durante o crescimento da árvore.

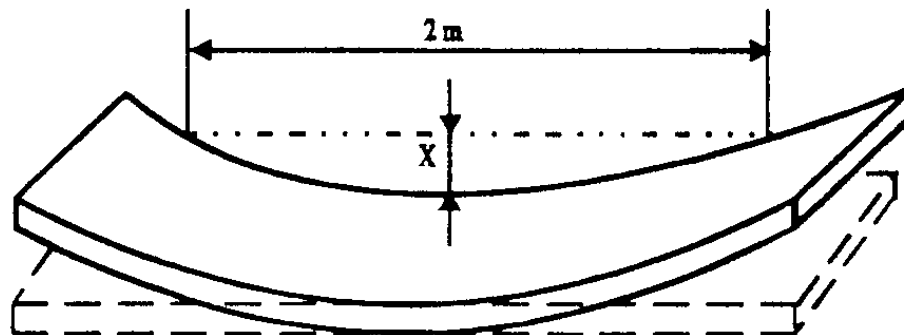


Fig.4.10 – Empeno em arco de face [11]

4.2.3.3. Colapso

Este defeito ocorre mais frequentemente em madeiras como o carvalho e o eucalipto. Desta forma a madeira de pinho não apresenta tendência à ocorrência deste defeito, sendo por isso feita aqui apenas uma breve descrição do mesmo.

A causa principal do colapso é a tensão capilar, que se manifesta nas fases iniciais da secagem, quando a humidade da madeira está acima do ponto de saturação das fibras.

Os factores que influenciam o colapso são o pequeno diâmetro dos capilares e a pronunciada alteração das células do lenho, que em vez de se apresentarem com contorno poligonal, aparecem como que esmagadas.

Para o desenvolvimento do colapso numa peça de madeira, é necessário que uma grande quantidade de células esteja saturada, não havendo espaço para o ar. É necessário para além disso, que a madeira apresente uma baixa permeabilidade.

A intensidade do colapso aumenta com a temperatura, devendo portanto reduzir-se a temperatura de secagem até que a madeira atinja o ponto de saturação das fibras. A temperatura máxima neste caso não deve inicialmente exceder os 50°C. [17]

4.2.3.4. Endurecimento superficial

As fendas internas são também causadas pelo endurecimento superficial, pois este defeito deve-se aos esforços de tracção e compressão que ocorrem na madeira durante o processo de secagem.

Quando a secagem é muito rápida e pouco uniforme, as camadas externas da peça atingem rapidamente baixos valores de humidade e ficam sob o efeito de tracção. A parte central da peça, devido ao pouco tempo de secagem, ainda se encontra acima do ponto de saturação, logo não se retrai e fica sob compressão.

Continuando a secagem nas mesmas condições, a parte central vai finalmente atingir o ponto de saturação das fibras e vai começar a retrair. O problema reside no facto desta retracção não ser agora acompanhada das camadas externas, dando-se então a compressão. [17]

O endurecimento superficial pode ser reduzido ou eliminado se no final da secagem a madeira for submetida a um tratamento ao vapor, deixando-a exposta a uma elevada humidade relativa.

4.2.3.5. Manchas

Na secagem ao ar de certas madeiras, nomeadamente o pinho, são frequentes manchas devidas a fungos do azulamento, especialmente quando a deficiente construção das pilhas favorece a criação de climas locais propícios ao seu desenvolvimento. É indispensável adoptar medidas de prevenção adequadas, tanto no que respeita à higiene do estaleiro, como à introdução de produtos preservadores adequados.

Para além da aparência pouco agradável que este tipo de manchas dá à madeira, nenhuma outra propriedade fica afectada, dado que o fungo não destrói as paredes celulares

Por este motivo, não se considera o azulamento como um defeito importante das madeiras a usar em estruturas

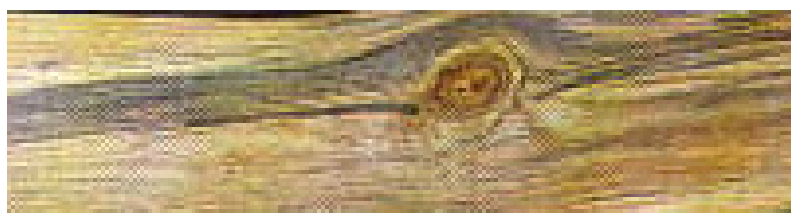


Fig. 4.11 – Azulamento do pinho bravo

4.3. SERRAÇÃO

A primeira transformação do pinheiro bravo baseia-se fundamentalmente na produção de madeira serrada, assim como, na indústria de trituração (painéis e pasta de celulose). [15]

A indústria de serração é uma actividade económica muito importante na transformação do pinheiro bravo, não só pelo seu elevado nível de consumo de matéria-prima (67% do total) mas também pela sua incidência como fonte de abastecimento de produtos e subprodutos destinados a outros subsectores (2ª transformação, painéis, etc.). Actualmente trata-se de um sector que vem sofrendo uma importante reconversão marcada por uma paulatina redução do número de empresas.

Em Portugal, a indústria de serração baseia-se principalmente no consumo do Pinho bravo, tanto de procedência nacional (75% do total) como de importação (1,2%). O resto do consumo corresponde a outras folhosas (9,1%), madeira tropical (8%), outras resinosas (3,1%) e eucalipto (3,4%). [15]

Actualmente estima-se que existam aproximadamente 350 empresas de serração em Portugal. Nos últimos anos verificou-se uma drástica redução do número de serrações. [15]

Previsivelmente, esta tendência continuará no futuro próximo, até se atingir uma situação de equilíbrio, na qual a estrutura empresarial e a capacidade produtiva média das fábricas estejam adaptadas à disponibilidade de matéria-prima e às condições de um mercado globalizado.

Em Portugal, a diminuição das unidades de serração está intimamente relacionada com a pressão da competição, resultante da evolução tecnológica, e a necessidade de desenvolver processos de 2ª transformação (secagem de madeira, fabrico de paletes, produção de produtos encolados).

Desta forma, produziram-se significativos avanços que propiciaram a evolução da produtividade média da indústria de serração de pinho bravo desde 68 m³/homem/ano em 1975, até 450 m³/homem/ano, 20 anos depois. Contudo, existe um elevado número de empresas tradicionais que carecem dos meios técnicos que permitiriam melhorar a sua competitividade.

A estrutura de custos em Portugal está relacionada fundamentalmente com os preços da madeira, a tecnologia empregada e os custos de mão-de-obra. De seguida, apresentam-se alguns dados que expressam as diferenças nos custos da matéria-prima, amortizações e mão-de-obra. [15]

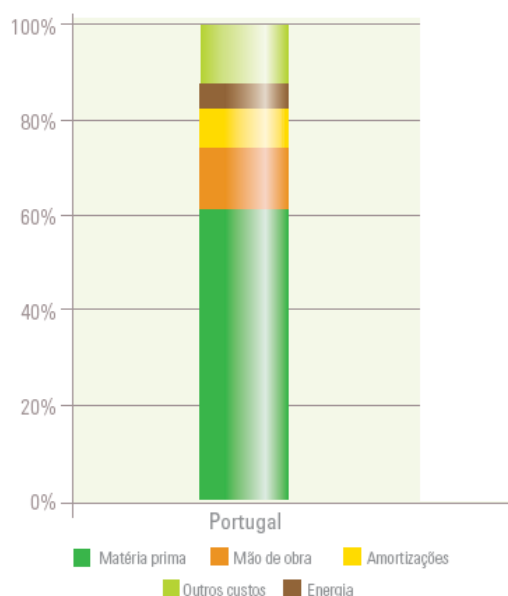


Fig. 4.12 - Estrutura de custos. [15]

Em Portugal existem uma serie de intermediários no abastecimento de madeira às serrações em vez de estas terem meios próprios de exploração florestal que lhes iria permitir comprar a madeira directamente em pé. A indústria de serração compra a intermediários cerca de 60% do seu consumo. [15]

4.4. PRESERVAÇÃO DA MADEIRA

A duração das madeiras depende da sua natureza, que é o factor determinante da resistência que oferecem aos agentes de alteração e destruição do tecido lenhoso – fungos, insectos, etc. A durabilidade das madeiras é uma característica aleatória, uma vez que depende não só das características intrínsecas do próprio material, mas também de condições externas ou ambientais. A preservação dos tecidos lenhosos pode, contudo, ser reforçada e dilatada mediante processos de tratamento adequados, cujo custo, e maior e menor grau de complexidade tecnológica estão relacionados com a vida útil desejada da madeira e com as condições peculiares do seu emprego [6]

Como material orgânico que é, a madeira está sujeita, primariamente, ao ataque de organismos vivos que dela necessitam para sobreviver. Por serem os principais responsáveis pela sua degradação, destacam-se entre eles os fungos e bactérias, causadores do apodrecimento ou modificação do material.

Segundo a ordem de nocividade seguem-se-lhes os insectos, que se alimentam de tecido lenhoso, os crustáceos e os moluscos, que destroem estruturas de madeira imersas em águas salobras e o Nemátodo. [6]

Como agentes destruidores das madeiras devem ser também mencionados o fogo e os agentes meteorológicos. [18]

Processo a seguir para o eventual tratamento da madeira:

- Definir a classe de risco (EN 335 – 1, EN 335 – 2 e EN 335 – 3)
- Definir classe de durabilidade natural da madeira (EN 350 – 2)
- Definir necessidade de tratamento (EN 460)
- Escolher o tratamento (NP 2080).

4.4.1. AGENTES DESTRUIDORES

4.4.1.1. Microrganismos

Entre os fungos que atacam a madeira distinguem-se principalmente:

- Os cromogéneos (manchadores), que, geralmente parasitas vivem à custa, quer da seiva, quer da albumina existente nas células dos tecidos de reserva nutritivos. Não alteram a constituição do lenho, pois causam apenas manchas superficiais que desvalorizam as peças de madeira. O exemplo mais frequente dá-se precisamente na madeira de pinho, sendo frequentemente um defeito de secagem, trata-se da espécie *Cerastomella pilifera*, causadora das manchas de azulamento;
- Os xilófagos, que são causadores de maiores danos: destroem as paredes celulares decompondo a celulose (podridão parada) ou a lenhina (podridão branca), ou ambas simultaneamente. Pertencem a este grupo, entre outros, os *Tungi imperfecti*, *Polyporus fumosus*, o *Fomes Cannatuseo* e o *Coniophora cerebela*, como os mais agressivos e resistentes;

A forma mais simples de distinguir estes dois tipos de fungos é a seguinte: os fungos que provocam exclusivamente alterações cromáticas na madeira são os cromogéneos, enquanto os que causam podridões são os xilófagos.

As manchas, ardiduras, mofos, decomposições e apodrecimentos constituem as sucessivas fases de contaminação pelos fungos.

A madeira perde resistência mecânica em maior ou menor grau, num maior ou menor período de tempo, consoante a sua durabilidade natural é mais ou menos elevada, ou o tratamento com um produto preservador for mais ou menos conveniente e correctamente aplicado.

Os fungos, bem como as bactérias, requerem na generalidade, condições ambientais favoráveis para sobreviverem e proliferarem: oxigénio, temperatura à volta do 20° C e teores de humidade acima de 20%. Eliminado qualquer destes requisitos vitais para os fungos, a madeira tem assegurada a sua longevidade. [6]

Um bom exemplo demonstrativo deste facto é o caso das madeiras que estão submersas ou completamente enterradas em solos impermeáveis (estacas e fundações) cuja duração é secular.

4.4.1.2. Insectos

Durante a vida da madeira, o tecido lenhoso está sujeito ao ataque de numerosos insectos que provocam a sua depreciação ou ruína. Duma maneira genérica designa-se por infestada a madeira atacada por animais que nela se desenvolvem e passam toda ou parte da sua vida.

São muito numerosos os organismos animais que destroem a madeira, e todos os anos milhares de metros cúbicos da preciosa matéria-prima são por eles inutilizados. São do conhecimento geral o caruncho, a formiga branca o tarado etc. Alguns atacam apenas madeiras secas, outros vitimam-na indiscriminadamente no estado verde ou seco.

Em relação aos pinhos, mencionam-se como principais depredadores animais, as espécies *Hylotrupes bajulus* (que é um insecto cerabídeo conhecido como caruncho grande das resinosas ou capricórnio das casas), a *Reticulitermes lucifugus* (formiga branca), bem como a *Anobium punctatum* (pequeno caruncho ou caruncho dos móveis).

Os dois carunchos provocam ruínas nas madeiras, sobretudo durante a sua fase larvar. As larvas de *Hylotrupes bajulus* destroem apenas o borne das peças, sendo porém, o pinho extraordinariamente susceptível aos seus ataques.

Quanto ao *Anobium punctatum*, este insecto ataca, de preferência, o borne das madeiras há longo tempo aplicadas, sendo os seus estragos de considerar não tanto nas estruturas, mas mais nos móveis e, mais importante para o trabalho em curso, nos lambris.

Por fim, a formiga branca é o insecto que, a seguir ao caruncho grande das resinosas ou Capricórnio das casas, mais estragos causa nas madeiras de construção em Portugal. Ataca indiscriminadamente o cerne e o borne de madeiramentos húmidos, geralmente os que contactam com o solo e com alvenarias. É de referir que apesar de este insecto mostrar preferência por madeiras húmidas, a verdade é que ataca também madeiras relativamente secas.

Os riscos que se correm utilizando em estruturas madeiras não tratadas exigem que elas sejam cuidadosamente preservadas com produtos eficazes, dos quais irei falar mais adiante. Na generalidade, as razões que forçam a exclusão, em estruturas, de madeira atacadas por fungos justificam-se quanto

às atacadas por insectos: é difícil estimar a extensão do ataque e pode dar-se o seu recrudescimento mesmo após a aplicação de tratamentos adequados. [6]

4.4.1.3. Moluscos e crustáceos

Os moluscos e os crustáceos causam a destruição da madeira imersa em água salgada, abrindo nela galerias. Nas regiões de clima temperado, a sua fixação na madeira dá-se em geral na zona afectada pelo movimento das marés e é mais significativa na primavera, podendo também ocorrer no Outono.

Os moluscos penetram na madeira sob a forma de larvas, crescem e desenvolvem-se em profundidade no seu interior, revestindo as galerias que vão fazendo com um filme calcário.

A espécie *Teredo navalis linnaeus*, cujas galerias atingem em geral, 6 a 7mm de diâmetro, é a mais frequente em Portugal.

Os crustáceos abrem galerias superficiais na madeira conferindo-lhe um aspecto rendilhado característico. As espécies mais frequentes em Portugal pertencem aos géneros *Limnoria* e *Chelura*, cujas galerias têm 1 a 2mm de diâmetro.

4.4.1.4. Nemátodo

O nemátodo ou nemátode-da-madeira-do-pinheiro (NMP), *Bursaphelenchus xylophilus*, é um animal microscópico, considerado o agente causal da doença da murchidão dos pinheiros (*Pine Wilt Disease*) que leva à morte do pinheiro num intervalo de poucas semanas ou meses. Em 1999, o NMP foi detectado pela primeira vez em Portugal associado a pinheiro bravo (*Pinus pinaster*) e, recentemente, foi confirmada a sua presença em várias regiões do País. O NMP, organismo de quarentena na UE, é transmitido de árvore para árvore pelo insecto cerambicídeo *Monochamus galloprovincialis* (Coleoptera). [19]

Entre Agosto e Outubro de 2008 a Suécia e a Finlândia informaram a Comissão de que tinham sido detectados vários casos de madeira serrada com origem portuguesa infestada pelo nemátodo da madeira de pinheiro (NMP), apesar de Portugal já ter posto em prática um plano de controlo da propagação do NMP no território nacional. Em paralelo, Espanha reclamou também terem sido transportados de Portugal materiais de embalagem de madeira susceptíveis de estarem contaminados pelo NMP, sem que tenham sido cumpridas as formalidades previstas na Decisão 2006/133/CE. Em face da situação, a Comissão emitiu a referida Decisão, através da qual impõe severas restrições à circulação de madeira susceptível, originária de Portugal continental, incluindo paletes e todo o tipo de outras embalagens de madeira. Nesse documento é admitida como única excepção a uma proibição geral de circulação desses produtos, os que sejam tratados em instalações de transformação autorizadas e inspeccionadas e que tenham a sua rastreabilidade garantida através de passaporte fitossanitário ou marca reconhecida. A gravidade da situação e das restrições aplicadas, que poderiam pôr em causa, por exemplo, as exportações nacionais de todos os materiais transportados em paletes de madeira, determinou a necessidade imperiosa de criar, urgentemente, um processo fiável e demonstrável de eliminação do NMP das madeiras e produtos de madeira susceptíveis e que possa ser posto em prática, de forma alargada, no mais curto prazo. [19]

Dada a importância e urgência do problema, perfeitamente entendido e interiorizado por todos os intervenientes, o processo de criação da Norma Portuguesa foi extremamente rápido e intenso. De facto, desde o momento em que foi constituído um pequeno grupo de especialistas que se disponibilizaram para elaborar o *draft* da futura NP até à publicação da NP 4487 decorreram pouco

mais de 2 meses, durante os quais houve intensos debates entre todos os interessados, desde cientistas e técnicos especializados em biologia e silvicultura a quadros de empresas produtoras de madeira serrada ou embalagens de madeira, técnicos de secagem de madeira, especialistas de normalização e de certificação, etc. Todos, de forma totalmente voluntária e extremamente empenhada, e com o forte apoio do IPQ, disponibilizaram-se para preparar, de raiz, num prazo "impossível", um documento fundamental para assegurar a recuperação da credibilidade nacional na questão do controlo desta praga. E o resultado é a NP 4487: 2009, que agora chega às vossas mãos. Entretanto, está também já em vias de conclusão a definição do processo de certificação das empresas que apliquem a NP 4487: 2009. [19]

Quadro 4.2 – Risco de ataque pelos diferentes organismos xilófagos em função da classe de risco

Classes de risco	Teor em água (%)	Situação de serviço	Risco de ataque			
			Fungos	Carunchos	Térmitas	Xilófagos marinhos
1	<ou = 20	Sem contacto com o solo sob coberto (seco) ex: divisórias, lambris, pav. int.	-	++	+	-
2	Ocasionalmente > 20	Sem contacto com o solo, sob coberto (risco de humificação ex: estruturas de cobertura)	++	++	+	-
3	Frequentemente > 20	Sem contacto com o solo, não coberto ex: caixilharias de janelas e de portas, portadas, persianas, pav. ext.	+++	+	++	-
4	Permanentemente > 20	Em contacto com o solo ou água doce ex: estacas de fundação, pontes, postes.	+++	+	+++	-
5	Permanentemente > 20	Na água salgada ex: obras de hidráulica, pontões	++	+	+	+++

+++ elevado ++ médio + baixo - nulo

4.4.2. PRINCIPAIS PROCESSOS DE PRESERVAÇÃO

Dependendo da profundidade de impregnação, os principais processos são:

- Processos de impregnação superficial
- Processos de impregnação sob pressão reduzida
- Processos de impregnação sob pressão elevada (AUTOCLAVES)

Se o tratamento empregue for precedido de um tratamento prévio, como por exemplo uma pré-secagem, o processo de tratamento, além de mais eficiente, vai ser mais económico.

De certo modo, o tratamento prévio, pode ser considerado como um tratamento preventivo, uma vez que influi decisivamente no aumento da durabilidade do material.

A secagem realizada antes do tratamento propriamente dito, facilita a impregnação, ao mesmo tempo que previne a posterior formação de fendas, já que uma fenda aberta depois do tratamento, poderá ultrapassar a profundidade de penetração do produto, permitindo a entrada de insectos ou germinação de esporos de fungos. Quando a secagem prévia for executada em estufa, a temperaturas elevadas, esteriliza as peças portadoras de parasitas e agentes de apodrecimento.

Existem outros processos de pré-tratamento, se assim se pode dizer, como por exemplo a remoção das cascas e a eliminação da seiva. [6]

4.4.2.1. Impregnação superficial

Estes processos consistem na aplicação de pinturas artificiais ou na imersão das peças em solventes adequados (preservantes).

São bastante úteis, como se pode depreender pela designação, pois servem para resolver “situações de circunstância”. No entanto apenas são recomendados para peças de madeira seca determinada a ambientes cobertos.

A imersão numa solução preservante como, por exemplo, o sal Wolmann diluído em água a 4%, mesmo que rápida, é sempre mais eficaz do que uma simples pintura superficial. Além disso, pode ser executada com facilidade no local da obra.

Tanto na pintura como na imersão, a impregnação dificilmente ultrapassará os 2 a 3 mm de penetração, o que de qualquer forma, já constitui uma fina película de protecção que se torna suficiente para evitar o ataque de insectos e prevenir o aparecimento de pequenas fendas. [6]

4.4.2.2. Impregnação sob pressão reduzida

Quando é necessária uma impregnação com uma profundidade ligeiramente maior, recorre-se à impregnação sob pressão reduzida. Como exemplo, a impregnação de todo o borne, pode ser conseguida através do aproveitamento de pressões naturais, como a atmosférica, a hidráulica, a osmótica e a capilar.

Os processos de impregnação sob pressão reduzida mais conhecidos são:

- Processo de dois banhos (processo de Shelley)
- Processo de substituição da seiva
- Processo de impregnação por osmose

No processo de impregnação por dois banhos, as peças são imersas num tanque, o qual é aquecido até ao ponto de ebulição da água. Depois do aquecimento, que dura cerca de 4 horas, as peças são transferidas para um outro tanque, contendo o mesmo preservante, mas frio. Aqui permanecem cerca de 20 minutos, sendo a penetração forçada pela pressão atmosférica sobre o vácuo relativo, que se formou nos vazios do tecido lenhoso com a evaporação da água e a expulsão do ar aquecido. Este processo é eficaz no tratamento das extremidades das peças. [6]

No que se refere ao processo de substituição da seiva, as peças são colocadas num recipiente contendo uma solução salina concentrada, onde ficam imersas até uma altura conveniente. O preservante, por ascensão capilar e osmótica, penetra por ascensão no borne, sendo a seiva substituída, bem como a humidade natural do tecido lenhoso, à medida que são eliminadas por evaporação.

Este processo além de ser demorado, depende dos factores climáticos já falados, que afectam a secagem natural, sendo especialmente indicado para peças de madeira verde.

Para madeira verde, é também indicado o processo de impregnação por osmose, que consiste na aplicação sobre a superfície das peças duma espessa camada gelatinosa de preservante de forte concentração. A zona a tratar é cintada com uma faixa de plástico impermeável.

O processo aproveita a pressão osmótica resultante da mistura de duas soluções salinas de diferentes concentrações, separadas por uma membrana porosa, através da qual se difundem. A solução salina concentrada é o preservante, enquanto que a solução menos concentrada é o conjunto da seiva e da humidade natural da madeira. [6]

4.4.2.3. Impregnação sob pressão elevada (auto claves)

Nestes processos, as peças a tratar são colocadas em auto claves cilíndricos, de grandes dimensões e perfeitamente vedados, nos quais e dispondo de comandos para a manutenção, se faz a admissão e saída dos preservantes líquidos sob pressões variadas.

Estes processos são adequados para a preservação de peças que estejam eventualmente imersas em água, sendo portanto, um processo de preservação de grande eficácia e bastante utilizado para grande parte dos casos.

Os dois processos mais conhecidos para a impregnação sob pressão elevada são:

- Processo de células cheias ou processo de Bethel
- Processo de células vazias ou processo de Ruepig

O processo de células cheias é um processo de duplo vácuo, sendo a autoclave carregada com as peças a tratar e criado um vácuo de 70 cm de mercúrio durante duas horas. A finalidade da criação deste vácuo é retirar o ar e a humidade do tecido lenhoso. De seguida segue-se um banho preservante, à pressão de 10 atm, durante cerca de 3 horas e a uma temperatura compreendida entre 90 e 100°C. Um vácuo final à pressão de 30 cm de mercúrio e durante 30 minutos, serve para retirar o excesso de preservante. [6]

Neste processo são empregues tanto preservantes oleosos como aquosos, sendo estes últimos aplicados a frio.

No processo de células vazias aplica-se uma pressão inicial de 3atm, a seco, durante cerca de hora e meia. De seguida e feito um banho preservante, a 10 atm e à temperatura de 90 a 100°C durante cerca de 3 horas e por fim provoca-se o vácuo para expulsar o preservante contido nos vazios das células, através da expansão do ar que foi introduzido no início do processo. [6]

4.4.3. PRODUTOS DE PRESERVAÇÃO

Feita a referência aos principais processos de preservação usados na madeira de pinho, é feita agora uma pequena referência aos principais produtos de preservação (ou imunizantes).

Este tipo de produtos actuam sempre tendo como base a sua toxicidade (de choque ou de contacto) e são normalmente diluídos num solvente penetrante (água ou óleo com baixa viscosidade).

As principais características que devem apresentar um preservador são as seguintes:

- Alta toxicidade para os xilófagos;
- Elevado grau de retenção nos tecidos lenhosos;
- Grande difusidade através do lenho;
- Estabilidade;
- Incorrosibilidade em relação aos metais e à própria madeira;
- Oferecer a maior segurança possível para os operadores;

Quanto à forma de os classificar, estão divididos da seguinte forma:

- Óleos preservantes – criosote proveniente da destilação do alcatrão da hulha, de óleos ou mesmo da madeira;
- Soluções salinas hidrossolúveis – têm como exemplo CCB (cobre, cromo e boro), ACA (arsénio e cobre em solução amoniacal) e CCA (cobre, cromo e arsénio);
- Soluções salinas solúveis em óleo – o exemplo mais típico são o pentaclorofenol diluído em óleos de baixa viscosidade;

4.5. INDÚSTRIA DE PAINÉIS DE MADEIRA

A indústria de fabricação de painéis em Portugal está constituída por 12 empresas que, em conjunto, facturam anualmente mais de 325 milhões de euros, proporcionado emprego directo a umas 2500 pessoas. [15]

Em Portugal esta indústria arrancou no ano 1957 com uma pequena unidade industrial de fabricação de painéis aglomerados. Tomando como referência dados do ano 2002, existem em Portugal 12 empresas fabricantes de painéis derivados de madeira: 5 fabricam painel de partículas ou aglomerado, 3 painel MDF, 4 painel contraplacado e/ou folha de madeira, 1 painel de fibras duro e, por último, existe uma empresa dedicada à fabricação de um painel misto de partículas de madeira com cimento.

Este é um sector industrial que, em termos gerais, graças aos fortes investimentos realizadas nos últimos anos, tem conseguido manter os níveis de eficiência requeridos por um mercado altamente competitivo, que impõe uma necessidade de inovação constante no desenvolvimento de novos produtos, na redução de custos e melhoria na eficiência dos processos.

Na actualidade existe uma tendência para a integração vertical de processos de transformação como o revestimento com melamina, os folheados ou a fabricação de produtos derivados como painéis laminados ou os postformados.

O pinho bravo constitui a principal fonte de abastecimento da indústria de fabricação de painéis aglomerados (98% do consumo total) e painéis de densidade média MDF (95% do consumo total).[23]

Por outro lado, a sua utilização por parte da indústria de folheado e de painel contraplacado é muito baixa, com percentagens situadas em torno dos 6% do consumo total. O produto de maior crescimento nos últimos anos foi o MDF. A facturação deste sector é de cerca de 325 milhões de euros, tratando-se

de um sector de forte vocação exportadora, já que praticamente metade da produção é exportada. Os principais mercados são Espanha e Reino Unido. Durante os últimos anos têm-se produzido uma redução na exportação para Espanha, sendo substituída por países como Suíça, Holanda e Finlândia. [15]

4.5.1. AGLOMERADO

Os aglomerados são placas especiais de madeira construídas a partir de pequenas árvores e ramos, provenientes de abates florestal. Após serem descascados e cortados em reduzidas dimensões, são objecto de um tratamento adequado em câmaras apropriadas para a sua “humidificação”, sendo depois reduzidos a pequenas partículas através de máquinas desfibradoras, e transportados em tapetes rolantes a secadores rotativos para eliminação de toda a sua humidade. Após esta fase, as partículas são conduzidas a máquinas misturadoras que procedem à impregnação de resina, passando depois para tabuleiros apropriados em camadas previamente estabelecidas, para serem prensadas a uma temperatura que ascende aos 200° centígrados e uma pressão de 200 toneladas, a fim de obterem a resistência e a forma final. Posteriormente, são levadas para máquinas de acabamento de forma a serem esquadriadas e polidas para o aglomerado ficar com as medidas standardizadas. Um exemplo do produto final pode ser observado na figura abaixo. [20]

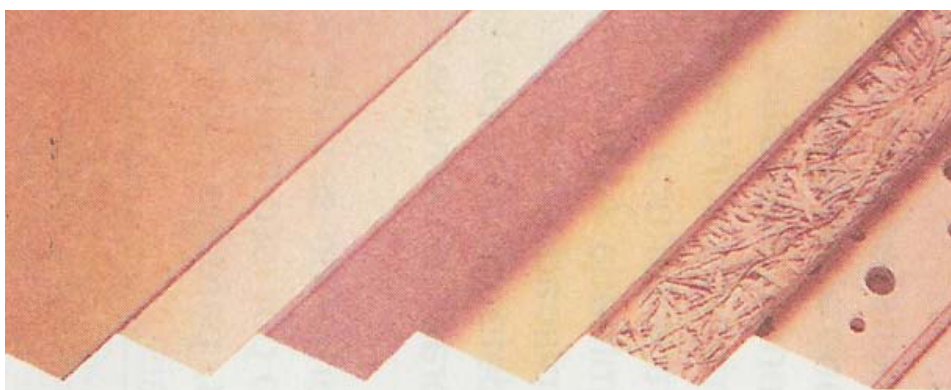


Fig. 4.13 – Aglomerados [20]

Estas placas possuem resistência e durabilidade, sendo por isso utilizadas nos mais diversos fins dos quais podemos destacar o revestimento de tectos, paredes e mobiliário. De entre os vários tipos de aglomerados que existem salientam-se dois tipos: “o aglomerado standard” e o “aglomerado hidrófugo”.

Em relação ao aglomerado standard é de referir que se trata de um painel de partículas de madeira de pinho aglomeradas com resina química e que, geralmente, não possui qualquer revestimento nas faces. Este tipo de aglomerado é especialmente talhado para a construção civil, indústria do mobiliário e decoração de quaisquer domínios. A forma de utilização tanto pode ser em bruto (ou em cru), como revestido a papel ou a folha de madeira.

No referente ao aglomerado hidrófugo, este é também um painel de partículas de madeira de pinho sem revestimento nas faces, mas fabricado com resinas especiais (não químicas) de tal forma que possa resistir à humidade, sendo por isso adequado para o fabrico de mobiliário a colocar em ambientes húmidos e para a construção civil. Também pode ser utilizado no seu estado bruto para efeitos de lacagem ou de revestimento. Cabem também na designação de aglomerados de madeira, as

placas ou painéis de fibra que são constituídos por partículas obtidas por cocção de madeira fragmentada mecanicamente, ligada sob fortes pressões e altas temperaturas, utilizando a lenhina da própria madeira como aglutinante.

Os painéis de partículas, segundo o seu fabrico, podem classificar-se em:

- Painéis comuns – formados por uma só camada, também designados por homogéneos por serem constituídos por partículas sensivelmente das mesmas dimensões em toda a espessura ou por várias camadas, geralmente três, em que a central é formada por partículas de maiores dimensões e as superficiais por material mais fino;
- Painéis folheados – de constituição análoga e revestidos nas suas duas faces por folhas decorativas; Os painéis de espessura superior a 30 mm podem ser obtidos por outros processos de fabrico que deixam perfurações tubulares no seu interior, de que resulta uma diminuição do seu peso, são conhecidos no mercado por painéis extrudidos.

Os painéis de partículas apresentam-se com uma larga gama de dimensões, tendo espessuras geralmente de 4 a 30 mm, com larguras e comprimentos variáveis entre 1,00 m e 2,13 m por 2,00 m e 2,80 m, respectivamente.

4.5.1.1 Aglomerado de fibras (MDF)

Hoje em dia, falar em produtos derivados de madeira é falar de MDF – Aglomerados de fibras de densidade média ou “Médium Density Fibreboard”. Apresentando-se como o produto derivado de madeira com melhores condições para substituir de facto a madeira maciça, o seu consumo mundial tem vindo a aumentar continuamente, sendo perfeitamente adequado para responder aos requisitos das aplicações de mobiliário ou pavimentos, a necessidades de resistência à humidade ou ao fogo, de baixa densidade ou moldabilidade ou mesmo para utilizações na construção. O MDF apresenta uma superfície macia ideal para lacagem, de elevada maquinabilidade e homogeneidade.

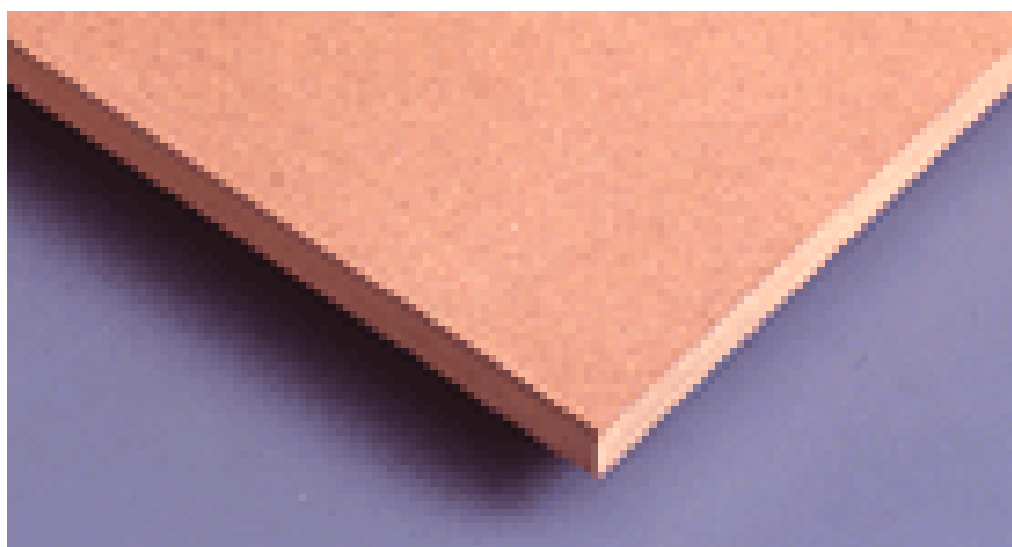


Fig. 4.14 – Aglomerados de fibras (MDF) [21]

Apresentam-se a seguir alguns produtos de Aglomerado de Fibras (MDF) existentes no mercado e suas principais aplicações:

- MDF “Standard (ST)” - Com uma superfície macia, sem descontinuidades e uma estrutura que o torna extremamente fácil de trabalhar. O MDF standard é muito versátil, tendo sido concebido especialmente para o fabrico de móveis e componentes com exigências elevadas de maquinabilidade e acabamento. A sua ampla gama de espessuras assegura uma excelente cobertura das necessidades da indústria de mobiliário;
- MDF “Pavimentos” - A estrutura e densidade deste tipo de MDF tornam-no na solução adequada para aplicações que exigem características de resistência mecânica e que estão sujeitas a elevado desgaste, como é o caso dos pavimentos. As suas superfícies macias e uniformes permitem o revestimento com qualquer tipo de material para pavimentos;
- MDF “Pavimentos resistentes à humidade (MR)” - Combinando a estrutura e densidade típicas de um produto para pavimentos com características especiais de resistência à humidade, este tipo de MDF é uma solução acertada para aplicações de pavimento em áreas mais sensíveis a humidades ocasionais;
- MDF “Baixa densidade” - Aglomerado de fibras leve mas muito resistente, é a solução ideal para a fabricação de portas de guarda-roupa de grandes dimensões ou para todas as situações em que é necessária a performance mecânica e física de um MDF, mas com restrições especiais de peso. É muito utilizado na montagem e decoração de lojas, mesmo quando são especificados sistemas especiais de fixação dos painéis, especialmente em situações em que é necessária uma qualidade elevada e consistente do material;
- MDF “Resistente à humidade (MR)” - Combinando um excelente desempenho em termos de maquinagem com a sua elevada resistência à humidade, é uma solução ideal para designs especiais de mobiliário de cozinha e casa de banho. Além disso, este MDF resistente à humidade, pela sua excepcional aptidão para operações de maquinagem, lixagem e acabamento, é um material de referência para a fabricação de caixilhos de portas e janelas, lambrins e outros componentes para a construção;
- MDF “Superlac” - Para situações especiais como, por exemplo, portas de cozinha lacadas, o MDF superlac, com características especiais de aptidão da superfície à lacagem, permite uma redução bastante significativa nos tempos de acabamento e no consumo de lacas, garantindo, ao mesmo tempo, uma excelente qualidade da superfície;
- MDF “Molduras e perfis” - No âmbito dos acabamentos existe este MDF com determinados tipos cuja utilização se destina à aplicação em molduras e perfis, quer como complemento na indústria da construção, para portas e pavimentos, quer para a produção de certos elementos integrantes do mobiliário;
- MDF “Moldável” - Este tipo de MDF apresenta-se com uma das faces ranhurada para utilização em aplicações que exijam a flexibilidade do material, permitindo a execução de formas mais ousadas, inexequíveis com outro tipo de material, como é o caso de curvas, ondulações e desenhos arredondados;

4.5.1.2. Aglomerado revestido com papel melamínico

Os aglomerados revestidos com papéis melamínicos oferecem uma variada gama de soluções para o mobiliário e decoração de interiores, no que respeita a cores, padrões, texturas e tamanhos disponíveis, com garantias de uma elevada resistência à abrasão e a outros agentes mecânicos. O aglomerado de partículas, o MDF e mesmo o aglomerado de fibras duro, valorizados pelo revestimento com papel

melamínico decorativo, são bem conhecidos como materiais para aplicações de mobiliário de cozinha e casa de banho, casa e escritório, bem como portas, divisórias, revestimento de paredes e outras utilizações na decoração doméstica ou de áreas públicas, com várias opções de cores, brilhos, padrões e texturas. Os revestimentos melamínicos atingiram hoje uma qualidade e durabilidade que já os permite utilizar em tampos de mesa e balcões em hotelaria, com a possibilidade de serem impressos com qualquer tipo de grafismo. [20]

4.5.1.3. Aglomerado revestido com folha de madeira

A personalidade e beleza da madeira natural, disponível em painéis de variados tamanhos e espessuras, possibilitam a concretização dos conceitos mais tradicionais ou o desenvolvimento do design mais arrojado para mobiliário ou decoração da casa ou do escritório.

A qualidade ímpar deste produto advém da própria madeira, nascida da selecção criteriosa da folha e da sua junção precisa, recriando a madeira na sua forma natural, em painéis de belos e nobres padrões e dimensões adequadas. O aglomerado de partículas de madeira ou o MDF foram os materiais escolhidos como os melhores substratos para este produto de elevada qualidade, dada a facilidade de transformação e versatilidade dos mesmos. Técnicas controladas de prensagem e acabamento complementam a qualidade superior das matérias-primas, resultando num fiável, versátil e esteticamente incomparável painel revestido a folha de madeira



Fig. 4.15 – Aglomerados revestidos com folha de madeira. [21]

4.5.1.4. Aglomerado de partículas longas e orientadas (OSB)

Os painéis de OSB, aglomerado de partículas de madeira longas e orientadas ou **“Oriented Strand Board”**, são especialmente adequados para o uso em situações estruturais ou não-estruturais, na indústria de construção. A sobreposição de três camadas de lâminas de madeira longas, orientadas de forma perpendicular umas em relação às outras, forma um painel com excelentes valores de Módulo de Elasticidade e de Resistência à Flexão.

Os formatos do OSB asseguram uma grande versatilidade na construção de paredes.

Os painéis condicionados têm uma maior estabilidade e resistência, para além de se tornarem económicos e de fácil utilização. A sua característica de resistência à humidade significa que o OSB pode ser usado em tectos quentes ou frios.

Este produto suporta praticamente todos os tipos de cobertura incluindo betumes, tijoleira e telhas. Combinado com madeira maciça para formar junções em I, torna a construção pesada mais económica e simples. O OSB é ainda um óptimo material para pavimentos, desde o seu uso em condições domésticas secas até ao uso em condições de humidade na indústria pesada, apresentando-se com o sistema macho-fêmea de 2 ou 4 extremidades para pavimentos fixos ou piso flutuante.

O OSB oferece um vasto leque de opções decorativas, dado o seu padrão natural de madeira e a sua facilidade de envernizamento e de adopção de outras texturas. Na indústria da embalagem, quer se trate de condições secas ou húmidas, o OSB permite uma maior rentabilização do custo-benefício, dada a sua resistência, leveza, e disponibilidade em grandes dimensões.

Por último, mas não menos importante, o OSB é de facto uma opção eco-eficiente com um excelente comportamento mecânico utilizando como sua matéria-prima rolaria de pequena dimensão proveniente de espécies de madeira de rápido crescimento.

4.5.1.5. Aglomerado de partículas

Sendo provavelmente o mais comum dos produtos derivados de madeira, o aglomerado de partículas é muito versátil no respeitante às suas potenciais aplicações. Adequado para uma utilização generalizada em mobiliário e na construção, o aglomerado de partículas é um painel de três camadas, com uma superfície macia, uniforme e plana. Os diversos tipos de aglomerado garantem um comportamento equilibrado, tanto em condições secas como quando existe o risco de humidade ou eventuais exigências de resistência ao fogo. Contudo, em geral, estes materiais têm mau comportamento ao contacto com água no estado líquido ou atmosfera com elevados valores de humidade (excepção que deverá ser feita ao Aglomerado de Partículas do tipo MR).

Na utilização dos painéis de partículas devem adoptar-se algumas precauções para obtermos resultados satisfatórios. As ligações utilizadas para a colocação dos painéis não devem ser realizadas demasiado próximas dos seus bordos ou das suas extremidades, a fim de não diminuir a sua resistência. Deve evitar-se o uso de pregos para a fixação, que deverá ser feita de preferência por parafusos especiais filtrados até à cabeça e com o maior comprimento possível. Se a ligação tiver de suportar grandes esforços deve incrustar-se no painel uma peça de madeira dura ou de nylon para receber os parafusos. Quando se trata de realizar ligações empregando colas, deve forrar-se os cantos de cada painel com ripas de madeira maciça.

Os acabamentos com pintura, folheado ou estratificado exigem que este trabalho se efectue nas duas faces para que o painel fique equilibrado e não venha a empenar ao secar.

Apresentam-se a seguir alguns produtos de Aglomerado de partículas existentes no mercado e suas principais aplicações:

- **Standard (ST):** Adequado para as utilizações mais diversas no fabrico de mobiliário, o aglomerado de partículas de madeira standard apresenta uma superfície macia e muito uniforme. Disponível numa gama alargada de tamanhos e espessuras standard, pode ser utilizado em cru ou revestido com folha de madeira, papel, PVC, etc. Fabricado de acordo com os requisitos e procedimentos das Normas Europeias, as suas características permitem a utilização generalizada em aplicações interiores e mobiliário, sendo de destacar o seu excelente comportamento ao corte, fresagem, lixagem e acabamento.
- **Compacto:** Para algumas aplicações de mobiliário em que são necessários altos ou baixos-relevos ou qualquer outro tipo de formas arredondadas, o aglomerado compacto é uma óptima solução. A sua estrutura de elevada densidade garante também um excelente desempenho

quando utilizado em aplicações especiais como portas de cozinha ou como núcleo para painéis de soft e postforming.

- **Postforming:** Para aplicações que necessitem de operações especiais de maquinagem, nomeadamente no caso da fabricação de tampos com bordos arredondados, é aconselhável a utilização de aglomerado de partículas postforming. Dotado de características técnicas adequadas à maquinagem, é um produto normalmente utilizado em mobiliário de cozinha, banho, escritório e na decoração de interiores.
- **Homogéneo:** O aglomerado de partículas de madeira homogéneo é, seguramente, a escolha certa para a utilização em portas interiores ou em superfícies arredondadas em mobiliário, dada a sua excelente maquinabilidade, sendo a sua superfície também adequada para qualquer tipo de revestimento.
- **Resistente à humidade (MR):** O aglomerado de partículas resistente à humidade garante um comportamento adequado de resistência a situações de humidade ambiente ou humedecimento ocasional, como as facilmente verificadas em aplicações de mobiliário de cozinha ou casa de banho. A sua performance em aplicações de construção é também elevada, podendo, com o revestimento adequado, ser utilizado em cofragens, apainelamento de paredes ou outras aplicações. [22]

4.5.1.6. Aglomerado de fibras duro

Fazendo parte da gama de painéis de fibras, o aglomerado de fibras duro mais utilizado é de eucalipto, revestido ou lacado, sendo uma ótima solução para as partes traseiras de elementos de mobiliário, para fundos de gavetas, revestimento de portas, tampos e muitas outras aplicações, incluindo pavimentos. O aglomerado de fibras duro também é produzido com pinho bravo para algumas aplicações. Isento de emissões de formaldeído e disponível numa diversidade de espessuras, a sua alta densidade, suavidade da superfície e elevada resistência mecânica fazem deste aglomerado o material ideal no domínio das aplicações de placas finas.

Os painéis de fibras são constituídos por fibras de madeira obtidas por coação e aglomeradas sob fortes pressões e elevadas temperaturas sem o emprego de cola. Segundo o processo de fabrico utilizado podem obter-se painéis duros e painéis destinados ao isolamento térmico e acústico (painéis isolantes), tal como se referencia a seguir:

- **Painéis Duros:** São obtidos sob elevadas pressões, que lhes conferem maior ou menor densidade consoante aquelas são mais altas ou mais baixas. Apresentam-se com uma face lisa e outra rugosa, com bom acabamento e com espessuras que oscilam entre 2,5 mm e 10 mm, tendo a vantagem de as suas superfícies não necessitarem de lixa nem de preparação antes de serem pintadas ou lacadas. Embora sejam pouco deformáveis, quando apresentam espessuras reduzidas podem encurvar-se para se adaptarem a uma armação ou estrutura de suporte arredondado. Os painéis de faces esmaltadas ou estratificadas podem ser utilizados como revestimento mural, mesmo em dependências húmidas como as casas de banho. É frequente revestir as paredes ou um pavimento com painéis duros, a fim de dissimular as irregularidades de uma parede ou de um parquet antigo, apresentando para o efeito uma das faces revestida com um estratificado, ou com uma impressão decorativa que imita diferentes tipos de madeira, o que lhes confere melhor apresentação. Estes painéis dispõem nos bordos de ranhuras que permitem encaixá-los uns nos outros. Se estas não existirem, a ligação pode realizar-se com grampos aplicados sobre uma armadura de perfis metálicos previamente aparafusada à parede.

Este processo permite desmontar os painéis, que podem assim ser recuperados e utilizados em qualquer outro local.

- **Painéis Isolantes:** São produzidos utilizando uma fraca compressão das fibras de madeira previamente misturadas com o feltro. Este processo de fabrico permite obter painéis com uma estrutura porosa e de baixa densidade que lhes confere boas características de isolamento. No entanto, são suficientemente rígidos para poderem ser trabalhados com as ferramentas tradicionais. Existem painéis de diferentes dimensões com espessuras que variam entre 10 mm e 30 mm. Os painéis isolantes podem ser utilizados como revestimento mural. Porém, devido ao seu aspecto pouco decorativo, é preferível colocá-los por baixo de outros materiais, como solução económica para os problemas de isolamento acústico e térmico. Assim, são utilizados sob parquets e soalhos, como revestimentos interiores de paredes divisórias antes da colocação de um material decorativo, e como isolantes de telhados e tectos.

4.5.2. CONTRAPLACADO

Designa-se por contraplacado, o painel constituído por um número ímpar de folhas coladas umas sobre as outras, prensadas, conferindo-lhe uma certa rigidez. É formado por três elementos constitutivos: a folha, a alma e a cola. A folha que se aplica na obtenção dos contraplacados pode obter-se para utilização mediante o chamado desenrolamento de um pedaço de madeira (normalmente um toro), na posição rotativa, após se ter feito um corte” do mesmo pedaço da madeira com uma lâmina. Este corte pode ser feito segundo duas técnicas: plano longitudinal ou por serragem. A alma é, a camada central do contraplacado, de espessura superior à das folhas que a revestem, e que é formada por painéis de blocos, painéis de fibras, desperdícios de cortiça, lã de vidro, etc. A cola é o ligante utilizado para unir as folhas de madeira entre si ou à alma.

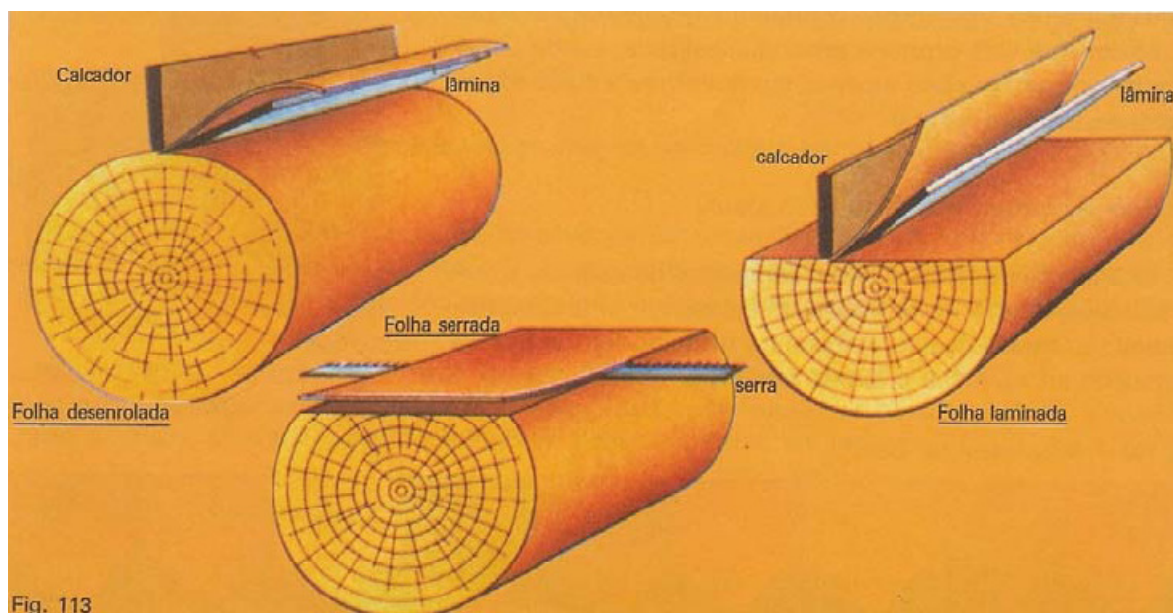


Fig. 113

Fig. 4.16 – Formas de corte da madeira. [22]

Os contraplacados são placas que se constroem a partir de folhas de madeira natural fina, por via de processos que evitem deformações. A partir dos toros de madeira, cortam-se camadas finas que se designam por folhas. Estas são cortadas em determinadas dimensões e sobrepostas com o fio alternadamente cruzado, de forma a serem coladas com resinas sintéticas e sob fortes pressões, em prensas especiais, sendo o número de camadas sempre ímpar para se obter uma estrutura simétrica de cada um dos lados [22]

Quando se obtém ou se constrói um contraplacado, o objectivo é satisfazer não só as necessidades da procura por parte dos seus utilizadores, mas também ter um outro tipo de material substituto da madeira, para ir de encontro às necessidades do sector produtivo. Por outro lado, no caso do contraplacado, existe a possibilidade de se utilizar quase integralmente não só os ramos, as lenhas e os toros de pequeno diâmetro produzido pelas matas, como também os desperdícios de madeira, as aparas e as serraduras provenientes das serrações, o que contribui positivamente para a economia e meio ambiente.

Para evitar as possíveis deformações da madeira natural e conseguir o maior aproveitamento dos toros, estes são cortados com máquinas especiais – desenroladoras – em que uma lâmina de corte ataca a madeira tangencialmente às camadas de crescimento de forma a destacar do toro, por rotação contínua, uma delgada camada de material lenhoso. Em qualquer dos casos as folhas obtidas são cortadas segundo determinadas dimensões e sobrepostas de cada um dos lados da camada central, denominada alma. Desta maneira se obtém os painéis ou placas de contraplacado, que se caracterizam pela sua grande resistência à flexão e às deformações por empenamento, devido à disposição cruzada das fibras de camada para camada. Estes painéis são fáceis de trabalhar e tornam-se muito mais económicos do que a madeira maciça. [22]

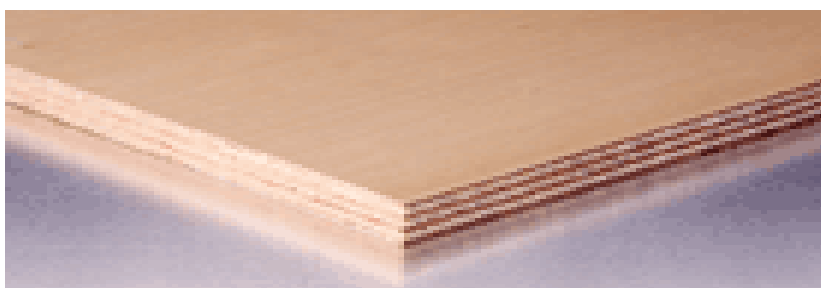


Fig. 4.17 – Contraplacado comum. [21]

O uso dos contraplacados tem consideráveis vantagens em relação às madeiras naturais, destacando-se as seguintes:

- Diminuição da retracção e das deficiências mecânicas, devido ao cruzamento das folhas segundo ângulos regulares;
- Diminuições da higroscopicidade, pelo facto de os planos de colagem impedirem a penetração de humidade;
- Realização de superfícies de grande dimensões, diminuindo não só o preço de fabrico como também as despesas de trabalho;
- Criação de novos materiais por combinação dos folheados e das madeiras maciças (painéis de lâminas, painéis de blocos, painéis de sarrafos);
- Possibilidade de aplicar novas técnicas às madeiras, por exemplo, a moldagem em forma, originando superfícies curvas;

- Facilidade em proceder a melhorias na madeira sob vários pontos de vista, designadamente, na ignifugação, preservação e endurecimento por impregnação;
- Possibilidade de fazer baixar o preço dos objectos acabados, devido à redução do peso (sem diminuir as propriedades mecânicas), fazer menos desperdícios de fabricação, com incorporação no interior do painel de produtos menos valiosos, fabricação em séries industriais, etc.

De uma forma geral os contraplacados têm qualidades superiores às dos aglomerados, podendo ser usados em situações de emprego mais severo.

4.5.3. PLACAS DE FIBRA DE MADEIRA (PLATEX)

As placas de platex são fabricadas a partir das fibras de madeira resinosa comprimidas a alta temperatura e elevadas pressões, tratadas e climatizadas em câmaras especiais. São constituídas por fibras celulósicas cujas propriedades adesivas e de empastamento permitem uma boa ligação dos materiais. Normalmente aparecem no mercado com cor castanha, tendo uma superfície lisa e outra rugosa, nas variedades compacta e perfurada.

Apesar da sua pouca durabilidade e resistência, aplicam-se em revestimento de tectos, mobiliário económico, na construção de pavilhões publicitários, entre outros

Antes de o platex ser utilizado deve ser humedecido, espalhando água na face rugosa, evitando que a água molhe a face lisa. O seu armazenamento é feito sobre uma superfície plana, num local arejado, e com as placas na posição horizontal, sempre com face rugosa contra face rugosa. As placas devem ser sempre aplicadas entre as 24 e 48 horas a seguir ao seu humedecimento, o seu grau de humidade deverá ser superior àquele a que possam vir a estar sujeitas depois de fixadas.



Fig. 4.18 – Placas de Platex. [21]

5

SEGUNDA TRANSFORMAÇÃO DA
MADEIRA DE PINHO BRAVO

5.1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo caracterizam-se e ilustram-se com exemplos as áreas mais representativas da segunda transformação da madeira de Pinho bravo em Portugal, apresentando para identificar genericamente as áreas de maior sucesso e capacidade de internacionalização e, ao mesmo tempo, salientar as oportunidades potenciais que este recurso representa para Portugal.

A segunda transformação faz com que o aproveitamento do recurso madeireiro alcance todo o seu potencial económico. A figura 5.1 apresenta alguns valores de referência sobre o efeito multiplicador conseguido a partir da transformação da madeira nas suas distintas fases e processos.

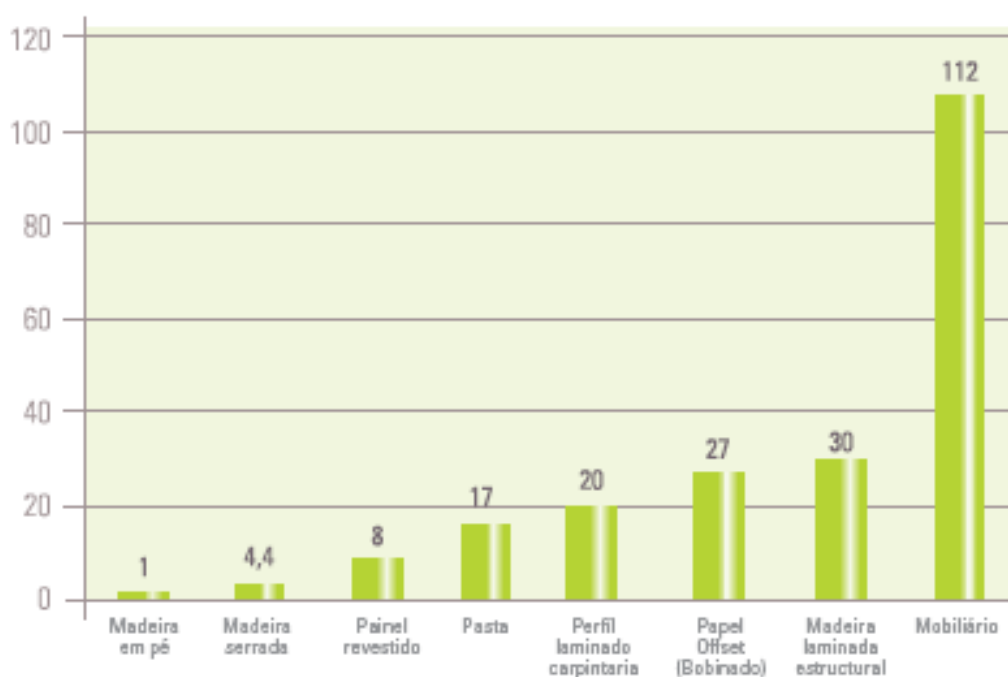


Fig. 5.1 – Efeito multiplicador da transformação da madeira [15]

Por esta razão, apesar de em termos de facturação se poderem atingir valores absolutos inferiores, a criação de riqueza é especialmente importante no caso deste tipo de empresas.

Neste sentido, é significativa a distribuição do valor acrescentado obtido pela indústria da madeira Portuguesa, utilizando fundamentalmente madeiras nacionais, inclusivamente na indústria de mobiliário.

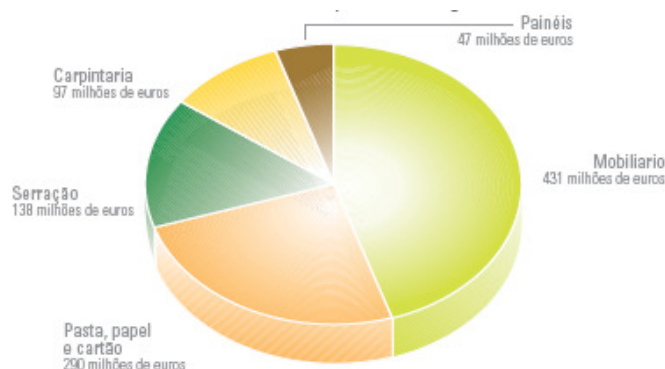


Fig. 5.2 – Valor acrescentado líquido (1993). [15]

Em Portugal o subsector do mobiliário emprega cerca de 41.000 pessoas, o que representa 5% do total correspondente à indústria transformadora e 60% do emprego na cadeia de transformação de madeira. O peso específico deste subsector, em termos de facturação, é sensivelmente inferior. Só as empresas fabricantes de pasta de papel reúnem 54% do valor da produção total da cadeia de transformação.

Ao analisar, a partir de uma perspectiva global, a transformação de pinheiro bravo no sudoeste da Europa, um dos aspectos mais interessantes é dado pelas importantes diferenças que existem no desenvolvimento atingido na Aquitânia, na Galiza e em Portugal nos diferentes subsectores. Estas diferenças fazem com que divirja notavelmente o valor acrescentado obtido de um recurso que, basicamente, pode considerar-se comum.

Assim, por exemplo, considerando a fracção de madeira destinada a aplicações de elevado valor, constata-se que, em face dos níveis de utilização de madeira serrada de pinheiro bravo de 22,4% em aplicações de mobiliário (Portugal) ou dos 31% em pavimentos, frisos e outros produtos aplainados (Aquitânia), na Galiza estas aplicações apenas existem. [15]

Os principais factores que influem nesta situação são:

- A qualidade da madeira serrada de pinho bravo, a insuficiente aplicação de técnicas silvícolas adequadas (melhoria genética, tratamentos, etc.) determina a qualidade, tanto da madeira em tronco, como da madeira serrada este facto está induzido pela forte procura de madeira de trituração e, sobretudo, pela grande fragmentação da propriedade florestal. Em certos casos, e de forma frequente, uma serração média pode obter somente 5 a 8% de madeira da melhor qualidade (tábua limpa e semi-limpa) apta para a fabricação de elementos de carpintaria e mobiliário, como consequência, as características da madeira em toro não permitem obter quantidades suficientes de madeira serrada adequada para a sua valorização industrial em sectores alternativos ao da embalagem;
- Em Portugal, a falta de uniformidade no uso de normas de qualidade para a classificação da madeira de pinheiro bravo representa uma grande desvantagem frente à concorrência de

madeira de resinosas provenientes de outras procedências, este efeito acentua-se com a utilização do sistema de classificação mediante “larguras corridas”.

- A inexistência de acções de “marketing” que permitam melhorar o conhecimento acerca das características e qualidades técnicas da madeira de pinheiro bravo utilizada em aplicações de elevado valor acrescentado.

Em Portugal, a indústria de carpintaria e mobiliário é constituída por umas 7.000 empresas. Os dados incluídos no quadro 5.1 oferecem uma referência sobre os principais indicadores deste subsector.

Quadro 5.1 – Indicadores do subsector da indústria da carpintaria e mobiliário [15]

Descrição	Carpintaria	Mobiliário
Número de empresas	2.075	3.676
Número de trabalhadores	11.000	40.950
Volume de vendas (milhões de €)	538,7	1.247
Importações (milhões de €)	64,3	122,2
Exportações (milhões de €)	75,3	113,2

Como pode comprovar-se analisando os proveitos de facturação e o número de trabalhadores, especialmente na actividade de carpintaria, a configuração do tecido empresarial é composta maioritariamente por muito pequenas organizações.

Tomando como referência o subsector de mobiliário, observa-se que apenas cerca de 500 organizações têm mais de 5 operários. A maior parte corresponde a empresas de carácter familiar.

Atendendo ao nível tecnológico, existem situações muito diversas que cabe tipificar nos seguintes grupos:

- Empresas artesanais que realizam trabalhos de cariz essencialmente manual e, em muitos casos, não aplicam acabamentos decorativos;
- Empresas clássicas com algum grau de automatização e secções de acabamento;
- Empresas intermédias bem organizadas em aspectos básicos (segurança e meio ambiente, etc.) mas, geralmente, com necessidades de melhoria no que respeita à gestão integrada da empresa, em aspectos como o desenho ou as estratégias comerciais;
- Empresas modernas com equipamento completo e uma boa gestão produtiva e comercial.

Geograficamente, as empresas produtoras de mobiliário concentram-se s no Norte do Douro (cerca de 69% das empresas), e nos distritos de Leiria, Viseu e Setúbal. Nos distritos de Porto, Lisboa, Braga, Aveiro, Leiria e Setúbal localizam-se 81% das empresas que no seu conjunto são responsáveis por 90% da facturação e agrupam 89% do emprego.

Na distribuição dos diferentes produtos, como se pode comprovar na figura 5.3, o mobiliário de quarto e de sala predomina com um peso de cerca de 50% do volume total de vendas.

Cabe destacar o crescimento do mercado do mobiliário de cozinha por módulos.

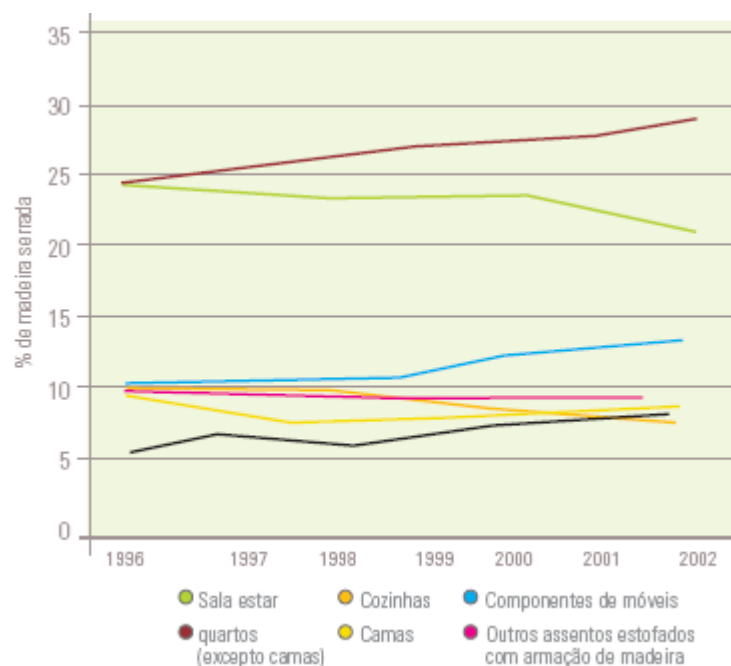


Fig. 5.3 – Distribuição do fabrico de produtos de mobiliário. [15]

Este subsector possui em Portugal um baixo nível de internacionalização, tanto do ponto de vista comercial como de investimentos.

Se bem que a produção se destina maioritariamente ao mercado interno, os principais destinos das exportações são França (33,4%), Alemanha (20,5%) e Espanha (12%), tratando-se predominantemente de mobiliário de quarto e de sala. [15]

As importações (que equivalem em valor às exportações) correspondem ao mesmo tipo de mobiliário, diferenciado por uma componente de desenho ou marca associada. As importações provêm fundamentalmente de Espanha (57,3%), Itália (16,2%) e França (5,4%). [15]

Durante os últimos anos produziu-se um grande crescimento no consumo do móvel, devido ao auge do mercado imobiliário, à profusão de interesses e às alterações nos hábitos de consumo.

De forma similar, incentivou-se o investimento tecnológico nas empresas, o que aumentou a capacidade produtiva instalada. Contudo, com os primeiros sinais de crise económica em 2002-2003, verificou-se uma redução importante no consumo interno. Este facto foi acompanhado por uma instabilidade nos circuitos de distribuição internacionais, perante a forte competição do móvel procedente de outros países. Como consequência desta situação verificou-se uma significativa redução no número de empresas activas.

No caso do pinheiro bravo, importa sem dúvida afirmar que Portugal é o país que mais se destacou no desenvolvimento deste tipo de aplicações de mobiliário baseadas no uso de madeira maciça desta espécie. Na actualidade, existem exemplos de empresas que, a partir desta matéria-prima, chegaram a atingir os mais altos padrões de qualidade e eficiência, logrando comercializar os seus produtos com muito sucesso, tanto no âmbito nacional como internacional. [15]

5.2. APLICAÇÕES DA MADEIRA DE PINHO BRAVO

5.2.1. PALETES DE MADEIRA

A madeira de pinheiro bravo possui qualidades ideais para a fabricação de embalagens. Permite oferecer soluções, com uma excelente relação qualidade - preço, que se adaptam de forma ideal a uma muito ampla gama de necessidades. As paletes surgiram nos anos 30 com o aparecimento dos empilhadores. As paletes de madeira vieram dar resposta à necessidade de facilitar e melhorar a manipulação de mercadorias através do seu agrupamento em plataformas de carga. Estas plataformas permitem conseguir uma utilização de espaços racional, sem prejuízo da segurança dos movimentos e da protecção que a embalagem deve conferir.

Depois da segunda guerra mundial, o desenvolvimento das trocas comerciais obrigou a reconsiderar a injustificada proliferação de modelos de paletes (em 1958 chegaram a existir mais de 700 tipos). Para o efeito, estabeleceu-se a unidade de movimento de cargas em paletes ISO de 800 x 1200 mm e de 1000 x 1200 mm. Actualmente mais de 90% das mercadorias são transportadas sobre paletes de madeira, pois trata-se de um meio muito simples, económico e eficaz.

As paletes podem classificar-se em dois tipos, dependendo se são ou não reutilizáveis. Em alguns casos, quando a recuperação não se justifique pelo alto custo do transporte de retorno, a paleta é aligeirada ao essencial, tanto em dimensões como na qualidade das madeiras. As paletes reutilizáveis devem possuir uma maior resistência tanto no que concerne às características dos materiais, como à resistência das uniões.

O desenho das paletes deve adequar-se ao tipo de mercadorias a transportar, em função das características de resistência requeridas e continuidade da superfície de apoio. Neste sentido, importa distinguir três tipos de cargas:

- Caixas medianamente rígidas (ex. alimentos e bebidas).
- Cargas distribuídas uniformemente (ex. sacos de fertilizantes).
- Cargas desigualmente distribuídas ou concentradas localmente (ex. moldes de aço).

A resistência da parte superior é determinada pela espessura e pela qualidade da madeira, da largura e do espaçamento entre tábuas. Por outro lado, o estrado inferior tem como função essencial conferir rigidez ao sistema. Neste caso, os requisitos de resistência das peças são maiores que nas tábuas do estrado superior, por se apresentarem em menor número e serem limitadas na espessura (a 28 mm) para facilitar a entrada do dispositivo de empilhamento. No que respeita às travessas ou blocos centrais, as principais características exigidas são uma alta densidade, e uma boa recepção e retenção dos elementos de fixação. Em relação a estes últimos, as madeiras muito densas ou excessivamente secas podem apresentar problemas de difícil solução. Por tudo isto, a madeira de pinheiro bravo é uma das mais indicadas neste tipo de aplicações. A madeira de pinheiro bravo, com uma densidade de cerca de 530 a 600 kg/m³ (a 12 % de humidade), é perfeitamente indicada para fazer parte de todos os elementos da paleta, incluindo os submetidos a maior solicitação mecânica, como as travessas ou os blocos. Madeiras ligeiras, com menos de 400-450 kg/m³, como por exemplo o choupo ou a criptoméria, só devem ser aceitáveis excepcionalmente. As tábuas dos estrados podem fabricar-se com madeiras de média/baixa resistência mecânica. Considera-se como exigência mínima um módulo de ruptura (MOR) de 35 N/mm² no estado verde. [15]



Fig. 5.4 – Paletes de madeira de pinho bravo [15]

De um modo geral, a madeira apresenta vantagens para o meio ambiente derivadas da absorção de CO₂ e fixação de carbono conseguidas durante a formação da árvore. Como referência, importa referir que 1 metro cúbico de madeira (com uma densidade de 625 kg/m³ representativa da média das diferentes espécies do planeta) equivale a 1 tonelada de CO₂ absorvido. Paralelamente, em comparação com materiais alternativos, a madeira requer uma reduzida quantidade de energia no seu processo de fabricação.

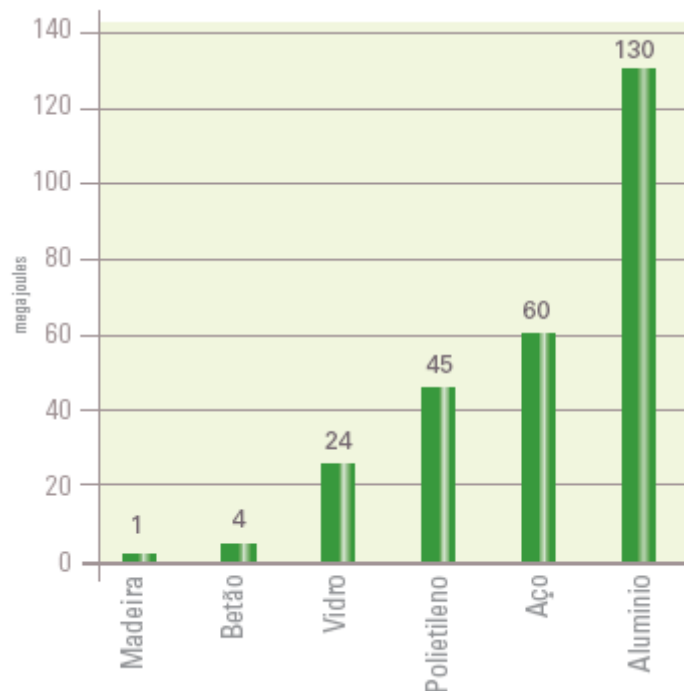


Fig. 5.5 – Energia necessária para o fabrico de paletes de diferentes materiais [15]

Ao finalizar o seu ciclo de vida, as caixas podem ser valorizadas mediante a compostagem, a fabricação de painéis e a produção de energia. Actualmente existe uma crescente tendência para a potenciação da reciclagem da madeira. Na figura 5.6, representa-se esquematicamente o ciclo de vida das caixas e embalagens de madeira.



Fig. 5.6 - Ciclo de vida das caixas e embalagens de madeira. [15]

5.2.2. CAIXAS DE MADEIRA

Para além de cumprirem perfeitamente os requisitos técnicos de conservação e protecção exigidos como meio de manipulação e transporte, as caixas de madeira possuem qualidades estéticas e ambientais que lhes conferem importantes vantagens do ponto de vista apelativo e comercial do produto.

Neste sentido, o carácter natural e renovável da madeira de pinheiro bravo, juntamente com a atractividade da sua textura característica, fazem com que esta aplicação seja uma das mais indicadas.

Este conjunto de factores propiciou que se tenha vindo a registar um uso crescente de caixas de madeira em pinheiro bravo, especialmente no sector agro-alimentar. A associação existente entre caixas de madeira e produtos de qualidade representa uma possibilidade de valorização muito interessante que está a ser aproveitada de forma crescente.

Tendo em conta os diferentes tipos de caixas, importa distinguir:

- Caixas de vinho: Tanto na Galiza como em Portugal e na Aquitânia, existe uma significativa quantidade de empresas dedicadas à fabricação de caixas de vinho. Com o fim de reduzir os custos de transporte, habitualmente a montagem é realizada em zonas próximas às zonas de embalagem (Porto, Bordéus, Rioja, Ribera del Duero, etc.)
- Caixas de fruta: Ainda que a utilização de madeira de pinheiro bravo tenha sido substituída por espécies de crescimento rápido como o choupo, ainda existe um consumo de produtos em zonas produtoras de citrinos e fruta variada. Em Espanha, este consumo centra-se especialmente em Valência, Murcia e Andaluzia.
- Caixas de peixe e de marisco: Este é um dos usos tradicionais que ainda mantém uma significativa actividade. O consumo ocorre, especialmente na pesca de litoral dedicada à captura de pescado azul (sardinha, atum, truta, salmão, carapau, etc.). Também existe um significativo consumo em caixas de marisco (caranguejo, mexilhão e ostras).

Para além do enumerado anteriormente, deve-se destacar a importância que vem adquirindo a fabricação de caixas especiais para produtos alimentares de grande qualidade como azeites, queijos e outros.



Fig. 5.7 – Caixas fabricadas com madeira de Pinho Bravo. [15]

5.2.3. MOBILIÁRIO

As aplicações no mobiliário constituem, do ponto de vista da criação de valor acrescentado, um dos destinos mais atractivos para a madeira de pinheiro bravo. As características técnicas da madeira (moderadamente dura e fácil de trabalhar) e do seu aspecto natural característico (veio da madeira) oferecem vantagens que, associadas à aplicação de um desenho adequado e uma correcta aplicação das

tecnologias de acabamento, tornam possível obter uma ampla gama de produtos de primeira qualidade. [15]

Neste sentido, a experiência de sucesso de empresas com longa tradição no consumo de madeira de pinho (no caso do mobiliário, particularmente presentes em Portugal) constitui a melhor evidência de que é possível garantir resultados óptimos na qualidade do produto.

O enriquecimento estético da madeira de pinho oferece infinitas possibilidades, intervindo sobre as tonalidades de cor e graduações do brilho (desde o mate ao brilhante) dos acabamentos.

Inclusive há que considerar a obtenção de acabamentos especiais mediante tratamentos de abrasão superficial. O tratamento de acabamento aplicado tem uma importância fundamental, tanto na valorização decorativa da madeira, como nas suas próprias características técnicas (rigidez superficial, estabilidade dimensional, resistência face à acção dos agentes de degradação, etc.).

No caso do pinheiro bravo, a aplicação de acabamentos pode ser afectada negativamente pela presença de compostos de resina que se concentram particularmente no cerne. A solução mais simples pode residir na aplicação de uma secagem a uma temperatura superior a 65°C, para libertar os componentes voláteis mais prejudiciais. Soluções alternativas podem consistir na intervenção no processo de selecção da madeira ou na aplicação de técnicas de pré-tratamento no acabamento. Por outro lado, há que ter em conta que, ao longo do tempo, a oxidação dos componentes químicos da madeira e, sobretudo, a acção da radiação ultravioleta, provocam uma alteração da tonalidade da madeira, escurecendo o aspecto natural da madeira de pinho. Esta alteração pode provocar que a madeira passe de um aspecto relativamente claro para um tom mais escuro (castanho-avermelhado). Deste modo, pode ser especialmente conveniente aplicar filtros de radiação ou pigmentos que estabilizem o material face ao efeito da luz. Este efeito protector pode conseguir-se mediante a utilização de velaturas (óxidos metálicos e anilinas). [15]

A penetração na direcção axial é de 1 ou 2 milímetros na madeira de Primavera. Contudo, nas direcções transversais, a penetração atinge somente umas poucas décimas de milímetro na madeira de Primavera (na madeira de Outono apenas existe penetração). Este efeito faz com que se acentue a textura da madeira quando se aplicam velaturas ou outros produtos pigmentados.

As crescentes exigências legais relativas à segurança e protecção do meio ambiente obrigam à utilização de sistemas de acabamento que reduzam as emissões de compostos voláteis e não apresentem problemas de toxicidade. Este facto faz com que as técnicas de acabamento estejam submetidas a um processo de inovação constante no desenvolvimento de novos produtos e processos.

Os novos produtos em dispersão aquosa permitem uma lavagem mais fácil dos sistemas de aplicação e a reutilização de produtos (depois das filtragens necessárias) para reduzir ao mínimo as emissões de compostos líquidos e gasosos.

Apresentam-se algumas fotos de exemplos de mobiliário fabricado com Pinho bravo fig 5.8 a 5.11:



Fig. 5.8 – Mobiliário fabricado com madeira de Pinho Bravo. [15]



Fig. 5.9 – Mobiliário fabricado com madeira de Pinho Bravo. [15]

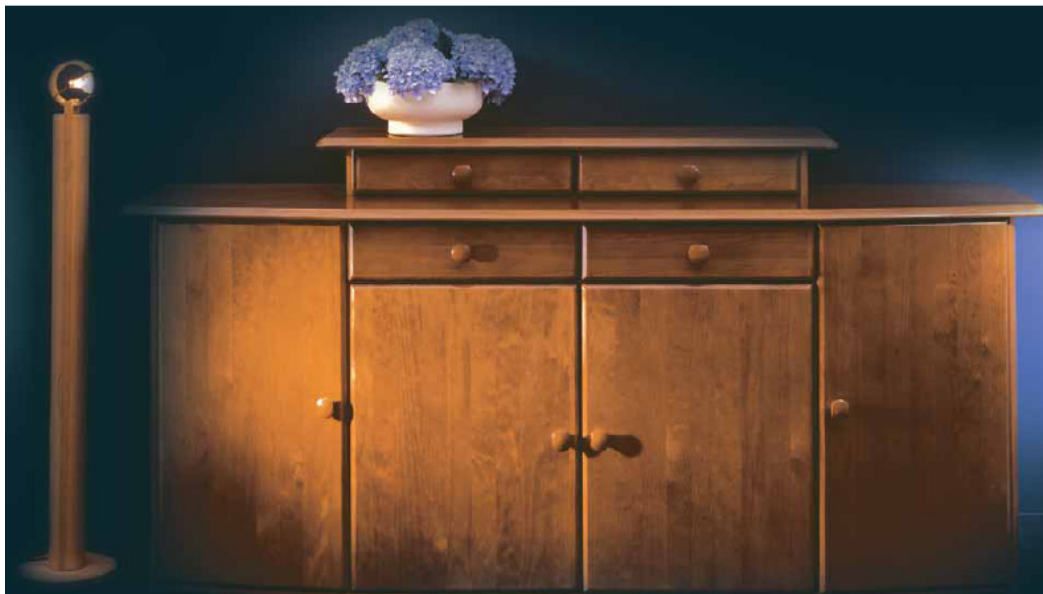


Fig. 5.10 – Mobiliário fabricado com madeira de Pinho Bravo. [15]



Fig. 5.11 – Mobiliário fabricado com madeira de Pinho Bravo. [15]

5.2.4. MOBILIÁRIO URBANO E OBRAS DE EXTERIOR

A capacidade da construção em madeira se adaptar a terrenos irregulares, respeitando a configuração natural da envolvente, faz com que se trate de um material muito adequado para a construção de pequenas obras auxiliares como passadiços, acessos pedonais, ou pontes. As imagens incluídas de seguida, como exemplo, põem em evidência as numerosas possibilidades de integração que a madeira de pinho oferece em espaços urbanos e recreativos.

Como se pode verificar, as possibilidades de combinação com outros materiais (aço, betão, etc.) ou com madeiras de diferentes geometrias e tipos (rolos, madeira serrada, tratada em autoclave, com acabamentos superficiais protectores e/ou decorativos, etc.) fazem com que as opções de desenvolvimento de novas aplicações sejam muito numerosas.

A imaginação é o único limite que existe para conseguir criar espaços funcionais e atractivos que se integram perfeitamente na envolvente. Tudo isto utilizando uma matéria-prima local que tem um custo relativamente reduzido.

O respeito por algumas regras elementares de desenho construtivo (protecção dos topos, arredondamento de arestas, distanciamento de zonas de acumulação de humidade, etc.) em conjunto com o correcto tratamento da madeira para a classe de risco correspondente, torna possível obter excelentes resultados de durabilidade, ver fig 5.12 a 5.16



Fig. 5.12 – Mobiliário urbano fabricado com madeira de Pinho Bravo. [15]



Fig. 5.13 a 5.16 – Mobiliário urbano fabricado com madeira de Pinho Bravo. [15]



Fig. 5.17 e 5.18 – Mobiliário urbano fabricado com madeira de Pinho Bravo. [15]

5.2.5. PAVIMENTOS E REVESTIMENTOS

Os pavimentos de madeira “têm vida”, e como tal, com o passar dos anos tornam-se até mais maduros e atractivos. Mesmo após muitos anos de uso continuam a ser confortáveis além de não necessitarem de grandes e dispendiosas manutenções.

Os pavimentos em madeira, quando cuidados, sobrevivem às mudanças de decoração de interiores, às tendências e às modas. À imagem de outras aplicações, a imagem da madeira quando usada em pavimentos ou revestimentos, está degradada devido em grande parte à sua má colocação.

Um grande número de patologias ligadas à construção são consequência do total desprezo pelas condições de aplicação.

Do ponto de vista regulamentar, devem salientar-se as limitações da utilização de revestimentos de piso e de paredes de madeira devido às exigências de reacção ao fogo fixadas para determinados espaços de certos edifícios e, fundamentalmente, as exigências de isolamento sonoro a ruídos de percussão dos pavimentos da grande maioria dos edifícios. Estas exigências implicam, na maioria dos casos, a adopção de disposições construtivas complementares adequadas.

Quando se escolhe um pavimento de madeira, deve previamente ponderar-se algumas condições práticas a ter em consideração, isto é, deve ter-se em atenção dentro das escolhas possíveis (maciços ou flutuantes) à sua correcta instalação e à sua manutenção e conservação.

No que diz respeito às condições do sub-pavimento, este deverá estar perfeitamente regularizado, sem poeiras ou sujidades, sem protuberâncias ou irregularidades (que devem ser colmatadas com produtos de regularização), e, mais importante no âmbito deste trabalho, não deve ter qualquer humidade (no caso de sub-pavimentos de betonilha, este não deve apresentar índices de humidade superiores a 3-4% da massa seca). [15]

As condições em obra são também um ponto bastante importante a ter em conta, sendo que as caixilharias, portas e outros elementos, devem estar já colocados, protegendo o pavimento contra as intempéries. A instalação de artigos sanitários e de calafetação deve também estar concluída. A obra deve estar seca (aprox. 4%) e não devem ser efectuadas re-humidificações.

No que se refere concretamente ao pavimento de madeira, este deve apresentar um teor em água entre 8 e 12%.

O conhecimento do estado higrométrico do local é fundamental. Não devem ser colocados pavimentos em locais com humidade relativa inferior a 65% (locais muito secos onde a incidência solar é muito grande), deve-se aí, proteger a área a revestir da radiação solar e aplicar um pavimento com um teor em água menor. [23] [24]

Um exemplo bastante interessante que revela a grande atenção a dar ao processo de aplicação de um pavimento, é o facto de alguns fabricantes aconselharem manter as embalagens que contêm o pavimento abertas no local de aplicação, durante 3 a 4 dias, isto para que a madeira se possa adaptar às condições locais.

Em relação aos defeitos admissíveis, os nós não são de admitir na face nem nos topos. Na contra face, podem estar presentes nós são com um diâmetro inferior a 5 mm.

As fendas de secagem são apenas toleradas, se forem superficiais e estiverem presentes apenas na contra face da peça.

No que diz respeito ao descaio, poderá ser tolerado, se estiver presente em apenas uma aresta da contra face.

A aplicação de madeira de pinheiro bravo em pavimentos, utilizada tradicionalmente, tem vindo a decair nos últimos anos. Por razões históricas (relações comerciais com Brasil e outros países de África e Ásia), existe em Portugal uma preferência marcada pelo uso de madeiras exóticas. Como consequência deste facto, a fabricação de pavimentos e revestimentos é realizada frequentemente por

empresas que também estão vinculadas ao comércio deste tipo de madeiras. Cerca de 70% da produção é consumida internamente, sendo a balança comercial favorável a Portugal. A exportação de pavimentos em madeira representou em 2004 um volume de negócios próximo dos 38,4 milhões de euros. [15]

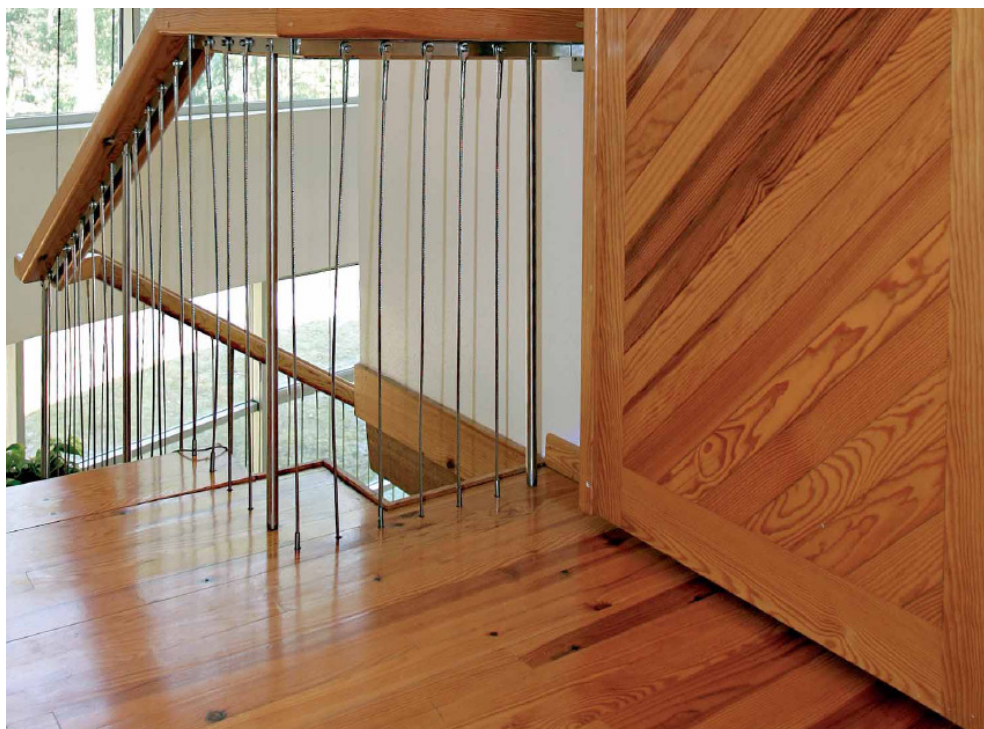


Fig. 5.19 – Pavimento em pinho bravo tratado



Fig. 5.20 – Pavimento em pinho bravo tratado

5.2.6. COFRAGENS

A madeira de Pinho bravo utilizada em cofragens apresenta boas qualidades no que diz respeito ao ataque por agentes químicos designadamente o cimento

Esta referência é muito breve dada a pouca exigência ao nível de critérios a cumprir, e até porque o factor teor de água se torna pouco relevante dada a breve utilização das cofragens.

A madeira de pinho a usar em cofragens pode apresentar nós, descaio, fendas de secagem, e acima de tudo é admissível a existência de manchas de azulamento. Por isso, podem-se utilizar painéis com alguns defeitos para a elaboração de cofragens. Com o aparecimento de sistemas de cofragens tipo PERI, muito mais eficientes no que se refere ao acabado que conferem ao betão à vista, a cofragem tradicional entrara em desuso sendo hoje praticamente nula a sua utilização

5.2.7. HABITAÇÕES

Neste subcapítulo analisam-se as habitações unifamiliares de um ou dois pisos, nas quais é usada a madeira de pinho bravo quase integralmente na sua construção.

Em França este tipo de construções são conhecidas como *MOB*, (*maison à ossature bois*) e estão bastante mais divulgadas que no nosso país, que apesar de terem vindo a ser utilizadas desde há largos anos, nunca tiveram expressão significativa no mercado.

Em Portugal, no início do séc. XX, impulsionado pelo forte desenvolvimento industrial muitas famílias migram para as grandes cidades na esperança de uma vida melhor. Este êxodo massivo cria uma deficiência grave de habitação nessas cidades. A solução encontrada é a criação de habitações sociais através de pré-fabricados em madeira. Os pré-fabricados passam assim a ser a solução para as carências habitacionais, para o desenvolvimento da estrutura educacional com a criação de escolas, para a construção de variadas estruturais secundárias, celeiros, anexos e outros.

As construções em madeira ficam assim associadas a algo de precário, temporário e de baixa qualidade arquitectónica, noções essas que prevalecem, na grande maioria da população, até aos dias de hoje.

Porém lentamente estes preconceitos vão-se dissipando, a população mais informada preocupada com o meio ambiente e com a qualidade de vida, começa a reconhecer as qualidades das casas de madeira. [25]

No caso particular das escolas e infantários, a manutenção destes edifícios não é efectuada sempre da melhor forma, pois este tipo de construção não está adequado a este tipo de usos, devido ao uso intensivo que lhe é dado. É este um dos factores que, contribui para a criação de uma imagem de fragilidade muitas vezes erradamente associada a este tipo de casas. É fácil notar, por exemplo, que a grande maioria das pequenas casas de férias construídas em madeira de pinho se encontram em condições mais que aceitáveis, muitas delas com mais de uma dezena de anos, devido ao facto de quem se encarrega da sua manutenção serem particulares e não o Estado.

No caso em estudo infelizmente não se encontram muitas empresas que se dediquem à construção deste tipo de edifícios em madeira de pinho bravo, visto que a grande maioria das empresas se limitam a importar soluções de outros países, nos quais não existe esta espécie.

Seria importante que aparecessem no mercado mais soluções (leia-se empresas), que dessem maior importância ao uso do pinho bravo nas habitações em detrimento de outras espécies e haverá necessidade de avaliar criteriosamente a adequabilidade dos materiais importados quando aplicados

em Portugal, como, por exemplo, a durabilidade das espécies de madeira utilizadas face às nossas condições.”.

Os aspectos que mais importâncias têm neste tema, são os teores em água presentes na madeira bem como os produtos preservadores a usar neste tipo de usos

No que respeita à execução da estrutura dos painéis de fachada, de divisórias confinadas com locais húmidos e cobertura, a madeira deverá apresentar um teor de água de cerca de 18%. Em relação à estrutura que suporta os painéis de divisórias interiores confinadas com locais secos, a madeira deverá apresentar um teor de água de cerca de 14%. Não deixa de ser importante mais uma vez notar a diferença relativamente acentuada nos teores de água presentes na madeira usada nos painéis que separam locais secos ou húmidos, o que vem mostrar a importância do teor de água em fenómenos como a retratilidade (mesmo em paredes divisórias).

No que diz respeito ao tratamento usado maioritariamente pelas empresas ligadas à construção deste tipo de habitações, a madeira destinada à caixilharia, portas (e respectivos aros) e portadas (teor médio de água de 14%) sofre um tratamento em autoclave por vácuo e é impregnada com produtos preservadores em solvente orgânico (VACSOL), devendo no caso dos peitoris, assegurar-se a penetração total do borne da madeira.

A madeira destinada à realização dos restantes elementos do sistema (estrutura dos painéis de fachada, painéis de divisória confinantes com locais húmidos, da cobertura, régua do paramento exterior dos painéis de fachada e soleiras das divisórias), sofre se necessário uma pré-secagem natural, sendo depois tratada em auto clave por pressão com sais metálicos (CCA) em solução aquosa (TANALITH). Depois deste tratamento, a madeira deve ser armazenada em alpendres, até que o seu teor em água não ultrapasse os 18% se destinada à cobertura ou 14% nos casos restantes. [26]



Fig. 5.21 a 5.23 – Casas de madeira de pinho bravo.

5.2.8. LAMELADOS - COLADOS DE MADEIRA

Para que fosse possível desfrutar de todas as vantagens da madeira obviando aos seus inconvenientes, foi desenvolvida a técnica dos lamelados-colados, pela utilização de colas de elevada resistência e durabilidade. Este material, sendo composto por lamelas de madeira coladas por sobreposição, permite que se proceda a uma escolha criteriosa das peças de madeira e à eliminação das deficiências maiores antes da colagem. Esse processo torna as vigas mais homogêneas e evita a tendência para a fendilhação, uma vez que as tensões geradas por uma lamela são contrariadas e absorvidas pelas outras. É assim possível obter elementos com características superiores aos que se obteriam com uma peça maciça de madeira de igual secção. É também possível com a técnica dos lamelados colados obter-se elementos de grandes dimensões e harmonia de formas que com a madeira maciça seriam impensáveis. A sensação de conforto que proporciona ao seu utilizador, aliada ao aspecto agradável da madeira conduz normalmente a construções de grande beleza e de um equilíbrio nunca conseguido com outros materiais. [27]

As estruturas de madeira lamelada-colada são, desde há muito, fabricadas e utilizadas em diversos países, nomeadamente, nos Estados Unidos da América, na Alemanha onde surgiram pela primeira vez em 1901 pelo seu criador Otto Hetzer, na Noruega, na Suécia e em outros países da Europa. Desde o início, a implementação deste tipo de estrutura foi um sucesso, conhecendo um grande incremento de produção durante a 2ª Guerra Mundial em especial nos Estados Unidos da América o que se deveu também ao avanço tecnológico na área das colas sintéticas, que proporcionaram uma significativa melhoria na durabilidade deste tipo de produtos, em oposição às colas de caseína até então utilizadas.

Pode dizer-se que, a aplicação deste tipo de material em Portugal foi, até há poucos anos quase nula, sendo hoje em dia comercializada madeira lamelada-colada sobretudo importadas.

Dada a importância que o pinho bravo apresenta para o nosso país, foi estudada a utilização desta espécie em estruturas de madeira lamelada-colada, nomeadamente no Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Esses estudos incidiram, no entanto, apenas sobre madeira não tratada para aplicação em interiores protegidos.

A utilização desta espécie poderá, no entanto, assumir um interesse particular no fabrico de estruturas para exteriores, ou em outras situações em que o risco de ataque biológico determine a necessidade de utilizar madeira com tratamento preservador em profundidade.

As espécies mais usadas no fabrico de estruturas lameladas-coladas na Europa, são: o espruce (*Picea abies*), o abeto (*Abies alba*), a casquinha (*Pinus sylvestris*) e a pseudotsuga (*Pseudotsuga menziesii*).

Pode-se referir também que, nos Estados Unidos da América, as espécies mais utilizadas são pseudotsuga e o *Pitchpine* (pitespaine), que abrange um conjunto de espécies designadas naquele país por “Southern Pine” (*Pinus palustris*, *Pinus elliottii*, *Pinus echinata* e *Pinus taeda*). Terá pois interesse comparar as características físicas e mecânicas destas espécies com as do pinho bravo nacional, de modo a tentar averiguar potenciais vantagens ou desvantagens do pinho bravo para o fabrico de estruturas lameladas-coladas. [27]

O quadro 5.2 apresenta os valores médios das propriedades mais relevantes, obtidas para madeira limpa (sem defeitos).

Quadro 5.2 – Características das principais espécies usadas em madeira lamelada-colada [27]

Característica		Pinho bravo ¹	Casquinha ²		Espruce ³	Pseudotsuga ⁴	Pitespaine ⁵
			Redwood	Scots pine			
Densidade		0,53 - 0,60	0,4	0,53	0,45	0,46 - 0,50	0,51 - 0,59
Retração total (%)	Radial	4,9	2,6	4,1	4,2	3,8 - 4,8	4,6 - 5,4
	Tangencial	8,6	4,6	7,9	9,4	6,9 - 7,6	7,4 - 7,7
	Volumétrica	14,2	7,0	12,7	14,2	10,7 - 12,4	12,1 - 12,3
Flexão estática (N/mm ²)	Tensão de rotura	98,4	69	98	75	82 - 90	88 - 112
	Módulo de elasticidade	13800	9250	11760	10500	10300 - 13400	12100 - 13700
Compressão axial - tensão de rotura (N/mm ²)		47,3 - 57	42	54	39	43 - 51,2	48,2 - 58,4
Tração transversal - tensão de rotura (N/mm ²)		3	1,7	2,9	2,2	2,3 - 2,7	3,2
Tração axial - tensão de rotura (N/mm ²)		89,4**	-	102	90	107,6	80
Corte - tensão de rotura (N/mm ²)		10,2	1,5	9,8	-	7,8 - 10,4	9,6 - 11,6

* - Valores médios referidos ao teor de água de 12 %
 ** - Valor obtido de madeira seca ao ar, mas sem correcção para a humidade de 12 %
¹ - Fonte: Mateus (1961)
² - Fonte: Machado, J. Saporiti et al. (1997)
³ - Fontes: Carvalho (1996); http://www.storaenso.no/CDAvgn/main/0,,1_-4705-5754-,00.html
⁴ - Fonte: FPL - Wood Handbook (1999)
⁵ - Fonte: FPL - Wood Handbook (1999). Valores referidos para o conjunto das 4 espécies designadas por "Southern Pine", à excepção da tensão de rotura à tração que foi obtida para apenas uma delas.

Observa-se que, globalmente, o pinho bravo tem acentuada semelhança com as espécies utilizadas na Europa e na América em estruturas de madeira lamelada-colada, apresentando no entanto valores de densidade e módulo de elasticidade bastante superiores à generalidade das espécies de Resinosas, com excepção do pitespaine que se aproxima bastante dos valores do pinho bravo. A densidade é uma das propriedades da madeira que se sabe afectarem a colagem. A resistência das ligações coladas cresce com a densidade da madeira até um limite de 0,7 a 0,8 kg/m³, acima do qual a resistência da ligação decresce.

Com efeito, compreende-se que o aumento da densidade, e consequentemente da resistência ao corte da madeira, determine o aumento da resistência da ligação colada enquanto a rotura ocorrer pela madeira. Para valores muito mais elevados de densidade, teremos uma penetração de cola mais reduzida e uma resistência da madeira cada vez mais elevada, fazendo com que a rotura passe a ocorrer pela cola, passando o acréscimo de densidade a ter um efeito negativo.

Nesta perspectiva, a densidade relativamente elevada do pinho bravo parece ser uma vantagem, devendo no entanto ser evitadas as peças com teor elevado de resina.

As variações dimensionais da madeira, ocorridas durante e após a cura da cola, podem contribuir para a deterioração das ligações coladas em presença de variações de humidade, por introduzirem tensões elevadas na junta colada. Por essa razão, coeficientes de retracção elevados serão uma potencial desvantagem. No que se refere a este aspecto, verifica-se que os coeficientes de retracção do pinho são dos mais elevados de entre as espécies em comparação, embora semelhantes aos do Espruce, que é de longe a madeira mais utilizada em estruturas na Europa. [27]

Embora possa ser argumentado que o Espruce, por ser menos impregnável que o pinho, será mais lento a reagir à variação das condições ambientais, há que atender a que as grandes secções

transversais das estruturas de madeira lamelada-colada possuem sempre uma inércia razoável a essas variações, pelo que em ambientes interiores a estabilidade dimensional não é geralmente condicionante. Em contrapartida, em aplicações no exterior, este aspecto assume maior importância, mas aqui outros aspectos como a própria durabilidade do material (especialmente em relação a fungos e térmitas) bem como a sua tratabilidade, passarão a ser determinantes, podendo aí a opção pela madeira de pinho revelar-se mais adequada.

Em termos das restantes propriedades mecânicas, a comparação directa dos valores do quadro (madeira limpa) será menos significativa, uma vez que a presença e importância dos defeitos nas peças com dimensão real, ou seja a classe de qualidade considerada, será determinante da resistência das lamelas a utilizar no fabrico dos lamelados-colados.

A adequação do pinho bravo para o fabrico de estruturas lameladas-coladas é reconhecida na norma EN 386 (2001), que refere um conjunto de espécies que têm sido utilizadas no fabrico de madeira lamelada-colada, entre as quais figura o pinho bravo, como resultado da experiência francesa com esta madeira proveniente das florestas francesas da zona da Aquitânia

Pontífice de Sousa conduziu um estudo envolvendo a produção, em ambiente industrial, de 15 vigas com dimensões reais ($3,75 \times 0,08 \times 0,18$ m), constituídas por 6 lamelas de 3 cm de espessura. Foi usada madeira de pinho bravo não tratada, classificada visualmente segundo normas então vigentes, e cola de fenol-resorcinol-formaldeído. Após o ensaio de flexão das vigas, foram extraídos provetes para realização de ensaios de delaminação e de corte pela junta colada. Foram também realizados ensaios de flexão sobre ligações de entalhes múltiplos, do tipo das incorporadas nas vigas. Para além da campanha experimental, foi realizado um estudo de viabilidade económica, baseado em estimativas de custo. Deste trabalho concluiu-se a viabilidade técnica e económica das estruturas de madeira lamelada-colada de pinho bravo portugues. [27]

Muito mais haveria para dizer acerca desta utilização da madeira para estruturas, no entanto, apresentam-se apenas alguns aspectos gerais para não tornar este trabalho demasiado específico nesta utilização da madeira.

Apresentam-se em seguida algumas fotos com exemplos de construções recorrendo a vigas de lamelados-colados de madeira.

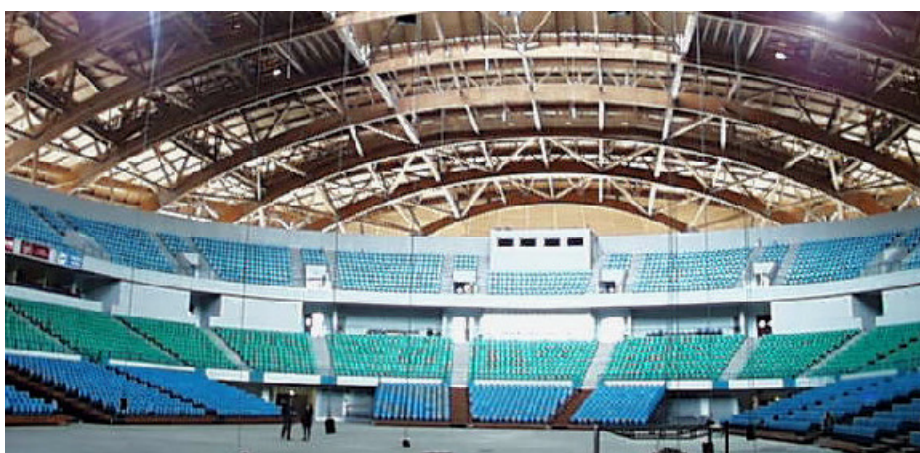


Fig. 5.24 – Sala Atlântico do Pavilhão Multiusos – Parque das Nações - Lisboa

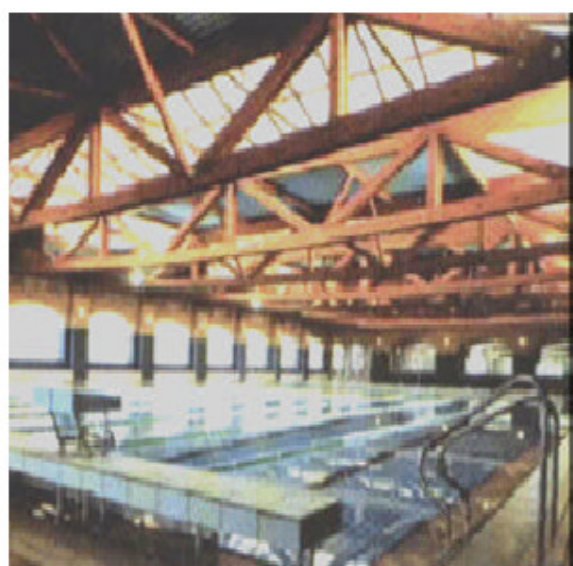
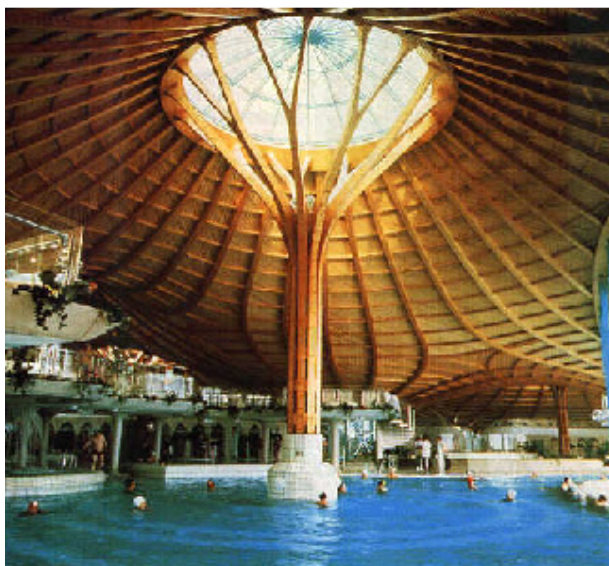


Fig. 5.25 e 5.26 – Piscina coberta na Alemanha e Piscina coberta na Dinamarca realizada com elementos planos em treliça.

MOPH – LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL – PORTUGAL

HOMOLOGAÇÃO DE NOVOS MATERIAIS E PROCESSOS DE CONSTRUÇÃO

DOCUMENTO DE HOMOLOGAÇÃO

Mesquita Madeiras, S.A.
Rua do Soulo, n.º 1
4470-215 MAIA
PORTUGAL
Tel.: (351) 229 431 280
Fax: (351) 229 431 287

A. MESQUITA
SISTEMA DE CONSTRUÇÃO
INDUSTRIALIZADA LEVE

D H 758			
CNSB			
02	(2)	GI	(A, s)
CDU		99/002 22	
ISSN		0475-2007	
CONSTRUÇÃO DE MADEIRA MAISON EN BOIS TIMBER FRAMED HOUSING SYSTEM			
MAIO DE 2004			

O presente documento anula e substitui o DH 904, de Maio de 1997.

A situação de validade do DH pode ser verificada por pedido dirigido ao LNEC ou por consulta da lista dos Documentos de Homologação válidos, acessível pela Internet.

DECISÃO DE HOMOLOGAÇÃO

O presente Documento de Homologação, elaborado em cumprimento do artigo 17º do Regulamento Geral das Edificações Urbanas – Decreto-Lei nº 387 382, de 7 de Agosto de 1951, e posteriores alterações –, define as características e estabelece as condições de projecto, execução e montagem dos edifícios realizados segundo o sistema de construção industrializada leve A. MESQUITA, produzido em Portugal pela empresa "Mesquita Madeiras", S. A.

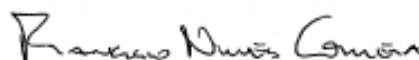
A homologação é concedida sob condição de que a responsabilidade completa da aplicação do sistema, desde a produção dos elementos até à construção dos edifícios, seja assumida por aquela empresa.

O uso do sistema A. MESQUITA fica também condicionado pelas disposições aplicáveis da regulamentação nacional em vigor.

A homologação concedida considera-se válida até Maio de 2007.

Lisboa e Laboratório Nacional de Engenharia Civil, em Maio de 2004.

A DIRECÇÃO



Francisco Nunes Correia
Presidente do LNEC



LNEC | Departamento de Edifícios
Av. Brasil, 101 | 1700-066 LISBOA | PORTUGAL
Fax: + 351 218 443 026
Internet: <http://trantor.lnec.pt/8000/PUBLIC/lowa/Livros/Lnec>

Fig. 5.27 – Documento de homologação empresa portuguesa para construção de casas de madeira de Pinho Bravo.

6

PROPOSTAS PARA UMA MAIOR E MELHOR UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE PINHO BRAVO

6.1 INTRODUÇÃO

A madeira é utilizada na construção em diversas funções, quer estruturais quer não estruturais, exposta a diferentes ambientes (temperatura e humidade relativa do ar) e situações de risco de degradação biológica. Todos estes condicionalismos traduzem-se em exigências de resistência mecânica, de durabilidade, de estabilidade dimensional e de natureza estética muito distintas.

Deste modo, a especificação e fornecimento de madeira por parte de agentes com pouca informação sobre o material acarreta uma elevada probabilidade de comportamento não satisfatório em serviço, seja por mera questão estética seja por degradação biológica ou mecânica.

A utilização da madeira pela indústria de construção enfrenta ainda uma forte competição por parte de outros materiais de construção (aço, plásticos, pedra, etc.). No caso concreto dos recursos florestais nacionais, a realidade do mercado único acarreta ainda a forte competição de recursos florestais provenientes dos diversos países europeus.

A conjuntura da Floresta Nacional implica que a madeira de Pinho bravo constitua o principal recurso florestal nacional com uma produção comercial significativa, sendo a única fonte sustentável de fornecimento da madeira à indústria. No entanto esta madeira é geralmente considerada, quer em Portugal quer noutros países para os quais é exportada, como sendo uma madeira de fraca qualidade, devido em grande parte à :

- Sua utilização no passado em condições de aplicação e utilizações finais não sustentáveis (implicando falha em serviço);
- Incapacidade da indústria nacional em responder de forma adequada às solicitações, fornecendo de modo reiterado material desajustado face aos requisitos constantes no caderno de encargos;

A sua utilização é ainda limitada:

- Pela forte competição interna (procura) por parte de indústrias de pasta e papel, de placas de derivados de madeira e outras (por exemplo: paletes).
- Pela crescente importação de Resinosas proveniente de outros países europeus, nomeadamente de países Nórdicos.

A percepção da fraca qualidade do Pinho bravo nacional, face nomeadamente a outras madeiras de Resinosas europeias, é claramente desmentida por estudos já efectuados. Assim, para fins estruturais

foi possível incluir a classe de qualidade mais baixa (classe E), preconizada pela Norma Portuguesa NP4305, na classe de resistência C18 da Norma Europeia NP EN1912 (norma já traduzida e portanto com a designação NP EN). [28]

A utilização da madeira na construção deverá ser promovida segundo uma lógica de produto (com características físicas, mecânicas e de durabilidade definidas em face de um determinado fim), de forma a equiparar-se a outros materiais que se apresentam perante a Indústria da Construção sob a forma de produtos prontos a serem incorporados na obra.

A colocação de produtos de madeira permitirá ainda ajudar a colmatar a clara falta de conhecimentos sobre as propriedades e comportamento da madeira, assim como sobre os mecanismos associados à falha da madeira em serviço, por parte dos intervenientes relacionados com a Indústria de Construção (arquitectos, engenheiros, etc.).

Ao longo dos últimos anos esta perspectiva (oferta de produtos) tem vindo a corresponder a um aumento da qualidade e da utilização de elementos de madeira por parte da Indústria de Construção. Refira-se o aumento de qualidade das empresas e produtos destinados a revestimento de piso, levando ao desenvolvimento ou comercialização de produtos próprios e sustentados em apoio técnico.

Neste capítulo serão abordados alguns aspectos que se podem considerar essenciais para que a utilização do Pinho bravo seja melhorada em quantidade e qualidade.

Para que essa melhoria seja concretizada deve-se ter em atenção alguns aspectos que de seguida se enunciam e aos quais se irá fazer uma análise crítica e fundamentada:

- Uma melhor política florestal.
- Melhorar a silvicultura do Pinheiro bravo
- Materiais de construção. Critérios para uma maior e melhor utilização
- Arquitectura. Casas de madeira, carpintaria, etc
- Mobiliário que produza valor acrescentado à utilização do Pinheiro bravo na sua concepção.
- Desenvolvimento de campanhas de Marketing dos produtos nacionais fabricados com recurso ao Pinho bravo português.

No essencial, neste capítulo tenta-se dar algumas sugestões para aumentar o valor da madeira de Pinho bravo nacional sendo isso apenas possível com um aumento do valor por m³ da madeira, o qual apenas se pode conseguir com o incentivo e o direccionamento da indústria da madeira para a construção de produtos com maior valor acrescentado, isto é, produtos de design, inovadores, exclusivos, utilizando a nossa matéria-prima de melhor qualidade em vez de desperdiçá-la em produtos de baixo valor como paletes, biomassa, pellets, etc.

6.2 UMA MELHOR POLÍTICA FLORESTAL.

A melhoria e o desenvolvimento de novas políticas florestais são a base de sustentação da indústria madeireira uma vez que se nada for feito no sentido de regular e reordenar as nossas florestas, arriscamo-nos a muito curto prazo não termos matéria-prima para satisfazer as necessidades do mercado interno e muito menos de aumentar as exportações.

6.2.1. REORGANIZAÇÃO DA PRODUÇÃO FLORESTAL

6.2.1.1. Emparcelamento

Tendo em consideração o que já foi referido no capítulo 2 no que se refere à distribuição dos pinhais em Portugal, verificou-se que a grande maioria está na posse de pequenos proprietários que têm áreas de plantação muito pequenas e das quais se extraem pinheiros de fraca qualidade uma vez que não são tidos os cuidados necessários durante o seu crescimento para que o produto final seja de boa qualidade.

O emparcelamento consiste em juntar vários pinhais de pequena dimensão para formar propriedades com maior área, sendo que para que esta situação seja possível terão que alguns proprietários vender e outros comprar pinhais vizinhos dos que já possuem.

Este processo irá fazer com que o proprietário tenha uma maior motivação na produção e manutenção do seu pinhal uma vez que também terá maiores lucros, pois ao ter investido capital na compra de vários pinhais para aumentar a sua produção, também pretendera que esta seja de boa qualidade para ter um maior retorno financeiro.

Esta medida levará a uma maior profissionalização dos produtores de madeira, sendo que até agora os proprietários de pequenos pinhais apenas os tinham muitas vezes porque os herdaram, não sendo a sua principal ocupação nem fonte de rendimento sendo por isso a qualidade da madeira em geral fraca para a sua utilização em produtos de valor acrescentado.

Com o emparcelamento será também mais fácil para os compradores de madeira negociar o seu preço, sendo que, em vez de negociarem com, por exemplo, dez proprietários o farão apenas com um, levando desta maneira a uma uniformização do preço da madeira. Esta medida também contribuirá para que os custos de abate e transporte sejam reduzidos uma vez que os proprietários de grandes pinhais terão a possibilidade de fazer melhores acessos para a entrada de máquinas e camiões para dentro dos pinhais, situação que seria impraticável em pequenos terrenos onde dependendo da sua localização, seria impossível o acesso de camiões ao seu interior para fazer a carga directamente sem ter que tractores trazer a madeira até aos caminhos ou estradas mais próximos.

Para que este emparcelamento fosse possível, o Governo teria que implementar leis nas quais estaria estipulado a área mínima de pinhal que cada proprietário poderia ter, sendo por isso obrigatório que alguns vendessem os pinhais a proprietários vizinhos. No caso de não o fazerem estariam sujeitos a penalizações a definir pelo Estado.

O cenário desejado para o futuro das florestas portuguesas é bastante simples: “Desenvolver um sistema de Gestão Florestal que permita a existência de uma floresta com dimensão sustentável, e que equilibre as necessidades económicas, sociais e ambientais.” Assim, os silvicultores portugueses deverão investir no pinheiro bravo, respondendo ao aumento da procura do mercado, por via de explorações especializadas de uma só espécie, de características melhoradas, e de uma gestão profissional das mesmas. A Indústria de Painéis será dos sectores que mais terá a ganhar com o aumento da produção florestal, devendo, pois, ser incentivada de forma activa, não excluindo o investimento em floresta própria, e deverá aumentar progressivamente o uso de produtos reciclados. [29]

6.2.1.2. Regulamentação

Esta regulamentação consiste em limitar a utilização de madeira de pinho bravo para usos que não produzam nenhum valor acrescentado, como por exemplo; paletes, biomassa e pellets, os quais estão a

consumir de maneira indiscriminada grande parte da matéria-prima de Pinho bravo nacional o que poderá provocar que de futuro tenhamos que recorrer à importação de matéria-prima de qualidade para produzirmos produtos de valor acrescentado que valorizem a nossa industria da madeira, mas à custa de um aumento do preço de venda do produto final o que nos tornara menos competitivos num mercado cada vez mais global.

Neste momento Portugal ao verificar que não tem matéria-prima suficiente para cobrir as suas necessidades, deveria importar madeira de pinho de fraca qualidade e a baixo custo, para utiliza-la no fabrico de produtos de baixo valor acrescentado como os referidos anteriormente, e utilizar o Pinho bravo nacional de boa qualidade para produzir produtos inovadores que proporcionem maior valor acrescentado.

Deveria ser também regulamentada a explorabilidade da mata, sendo muito importante a definição do método de exploração mais conveniente de modo a não prejudicar as próprias plantas que se sacrificam, as que permanecem no povoamento e que possam vir a ser responsáveis pela perpetuidade do mesmo, ou ate as das matas vizinhas, já que o abate e a extracção devem processar-se sem perturbação sensível da população não sacrificada. Com efeito, os clareamentos bruscos, por exemplo, além de provocarem desequilíbrios mais ou menos graves, constituem sempre choques violentos com repercussões quase sempre imprevisíveis, mas de consequências por vezes bem conhecidas, como é a variação brusca de velocidade de crescimento, responsável pela heterogeneidade da madeira e pela predisposição para contrair certos defeitos, nomeadamente descolamentos tangenciais, quando acções eólicas intensas se exercem sobre as árvores. [30]

Já o Governo tem de renovar esforços no sentido de: fomentar a especialização das explorações florestais; criar um Observatório da Floresta; avançar com o Cadastro Florestal; melhorar a gestão das áreas florestais, apoiando a qualificação dos seus recursos humanos; apoiar a I&D com vista ao apuramento e melhoramento do pinheiro bravo; apoiar o investimento produtivo na Indústria da Serração; e estimular a transparência da actividade económica ligada à floresta. [29]

6.3 MELHORAR A SILVICULTURA DO PINHEIRO BRAVO.

A produtividade do Pinhal bravo em Portugal é muito baixa, admitindo-se que ronde os 5 a 10 m³/há/ano a norte do Tejo e não supere os 4 m³/há/ano na Região Sul. As razões para esta baixa produtividade são as deficiências na gestão silvícola da vasta maioria da área de pinhal, estimando-se que a aplicação de uma silvicultura adequada poderia aumentar a produtividade média para cerca do dobro. Também a utilização de plantas provenientes de programas de selecção e melhoramento genético poderá ser um contributo importante para o aumento da produtividade do Pinheiro bravo. [2]

A aplicação de medidas silvícolas insuficientes ou inadequadas (como o abate das árvores de maior capacidade produtiva) terá dado lugar a um processo degenerativo que, repetido geração após geração, se pode indicar como a principal causa de actualmente esta espécie ter uma baixa produtividade e uma baixa qualidade da madeira produzida. [31]

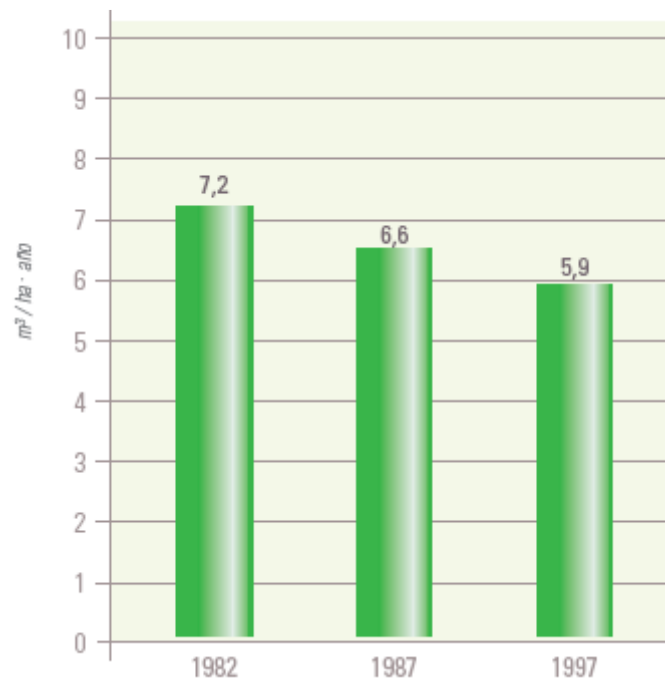


Fig 6.1- Evolução do crescimento médio do Pinho bravo em Portugal [31]

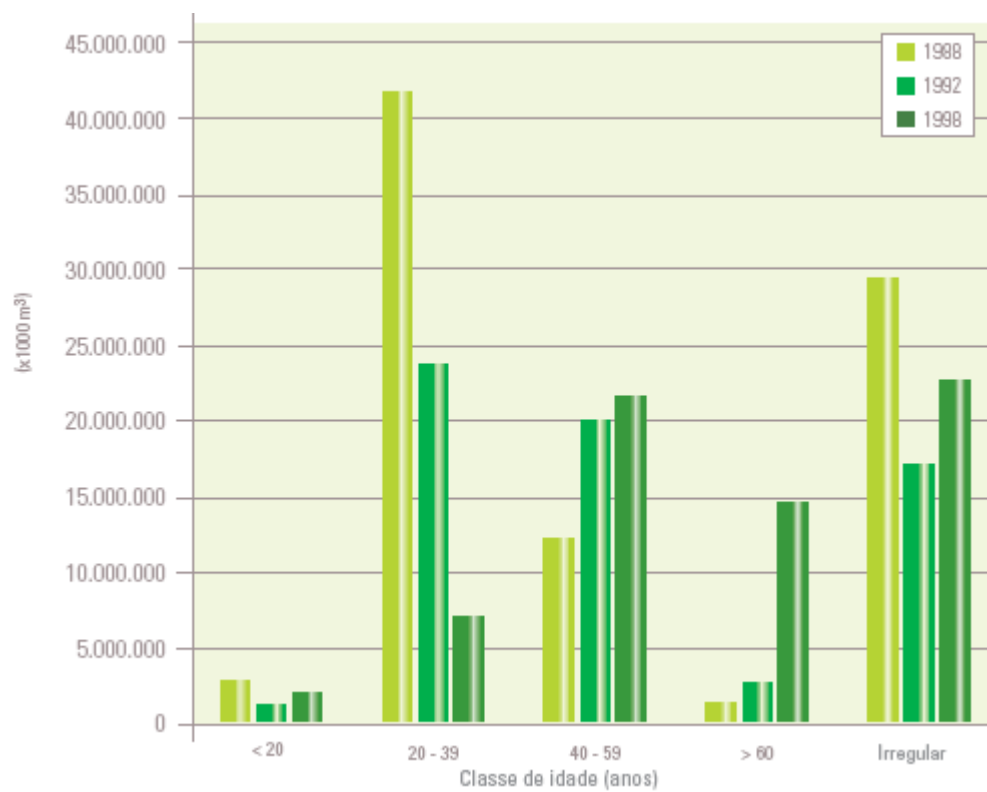


Fig 6.2 - Evolução das existências de Pinho bravo em Portugal por classes de idade [31]

A diminuição da área florestal ocupada pelo Pinho bravo é acompanhada de uma diminuição do volume de madeira em pé, especialmente nos povoamentos puros. Isto é devido ao facto dos abates e dos incêndios nestes povoamentos terem sido superiores à taxa de repovoamento.

É aconselhável realizar desbastes para melhorar a qualidade da madeira obtida no corte final. Estes tratamentos, que devem realizar-se no Outono, seguem o procedimento indicado no quadro 6.1. [31]

Quadro 6.1 – Procedimento para desbaste do Pinho bravo [32]

DESBASTES	
15 - 20 Anos	Saem de 20 - 40 % das árvores em pé Identificação e desrama das árvores seleccionadas
25 - 30 Anos	Saem de 20 - 30 % das árvores em pé
35 - 40 Anos	Saem de 20 - 30 % das árvores em pé
40 - 50 Anos	Corte final (300 - 500 árvores por hectare)

A desrama é determinante para produzir madeira sem nós, assim como para dificultar, em caso de incêndio, a propagação vertical do fogo às copas. Esta operação realiza-se no Outono ou Inverno. A primeira desrama é habitual realizar-se em todas as árvores (até uma altura média de 2 metros) aos 10 – 15 anos de idade, quando a altura média está compreendida entre 5 e 7 m. A segunda desrama costuma realizar-se até uma altura de 3-4 m, aos 15 - 20 anos, aplicando-se unicamente nas árvores seleccionadas. [31]

Em extensões de superfície inferior a 10 hectares e inclinação moderada ($< 5\%$), o sistema de aproveitamento habitual é o de corte único. Em regiões montanhosas, realiza-se o corte único por manchas e o corte único por faixas, com largura de faixas de plantação ou diâmetro das manchas entre 1 a 3 vezes a altura média do povoamento. [31]

6.3.1. SILVICULTURA DIRECCIONADA

Toda a produção bem organizada tem um objectivo tecnológico definido. Por tanto o empresário florestal deve conhecer as exigências das indústrias e as possibilidades das essências antes de empreender a arborização. Mas nem sempre é fácil atingir este ideal, já pela deficiente informação do produtor, já pela imprecisa definição das características do material por parte das unidades transformadoras.

Desta maneira, não restam dúvidas de que as fabricas devem saber especificar devidamente as suas exigências, tal como os florestais têm obrigação de saber o que produzir e como produzir de acordo com esses imperativos

6.3.1.1. Produção de madeira para estruturas.

O Pinho bravo é a madeira portuguesa mais utilizada para construção de estruturas em Portugal, contudo as nossas disponibilidades são muito modestas. Em verdade, apenas as madeiras provenientes de algumas regiões do Centro do País mais especificamente das Beiras Alta e Litoral, têm qualidade suficiente para o fim a que se destina. Acontece, porem, que uma defeituosa condução dos

povoamentos tem originado uma sistemática degradação da qualidade, havendo hoje, mesmo nessas zonas privilegiadas, muito poucas matas produtoras de madeira para estruturas. Praticamente, estamos limitados às matas do Estado ordenadas em alto fuste.

Hoje em dia a madeira oferece ao Arquitecto e ao Engenheiro projectista possibilidades comparáveis ao tradicional betão armado. Possibilitando desta maneira novas perspectivas para a aplicação de madeiras, já que cumpre com os requisitos técnicos exigidos.

Com a actual elevado nível de exigência do cliente final, existe a necessidade de que a madeira utilizada seja da melhor qualidade, sendo para isso necessário acautelar o tratamento das matas, de maneira a que a matéria-prima seja da qualidade exigida.

A influência da estação é muito poderosa pois determina a capacidade de utilização do material lenhoso. No caso do Pinho bravo nas zonas onde a sua velocidade de crescimento é menor, a densidade é mais elevada, bem como a retracção, a dureza e a resistência mecânica, sendo por isso mais vocacionado para elemento estrutural em construção civil.

A densidade de população de pinheiros bravos intervêm na qualidade da madeira fornecida no que respeita a defeitos muito frequentes e particularmente graves que são os “nos”. Estes resultam da ramificação da árvore. Em regra, à medida que a planta cresce, os ramos dos andares inferiores perdem actividade, acabando por morrer, desprendendo-se finalmente. Mas o fenómeno da desramação natural muitas vezes não se verifica com a brevidade pretendida, ocasionando galhos que provocam prejudiciais “nos soltadiços”.

Para evitar este defeito pode forçar-se o processo constituindo povoamentos densos, facto que se traduz num acentuado melhoramento da madeira, amplamente compensador da leve redução do volume lenhoso decorrente

É também de grande importância eliminar os indivíduos defeituosos incapazes de produzir boa madeira. Esta é uma das operações de maior interesse e projecção na qualidade dos produtos finais e a cuja realização tem que presidir o mais escrupuloso critério de selecção. Importa por isso que o operador saiba perfeitamente o que pretende obter e conheça as consequências tecnológicas de determinado aspecto morfológico presente.

A idade de corte é um dos aspectos mais importantes e que determinara a melhor utilização que essa madeira ira ter, uma vez que o grau de maturação define os limites do seu aproveitamento tecnológico. [30]

6.3.1.2. Produção de madeira para marcenaria

Para a produção desta madeira convém que a velocidade de desenvolvimento do Pinheiro bravo seja rápida para que a madeira seja menos densa, menos dura, menos retráctil e com mais baixas resistências mecânicas.

O Pinheiro bravo pode garantir um abastecimento normal da indústria desde que se procure melhorar a qualidade através de uma produção mais cuidadosa.

6.3.2. SISTEMAS DE CERTIFICAÇÃO

A certificação florestal é um processo voluntário no qual uma parte independente (auditor) comprova que se pode assegurar que a madeira provém de florestas geridas de forma sustentada. Os sistemas de certificação distinguem duas partes complementares:

- **Certificação da gestão florestal sustentada (GFS)**
A gestão e uso das florestas e terrenos florestais deve realizar-se para que se mantenha a sua biodiversidade, produtividade, capacidade de regeneração, vitalidade e potencial, agora e no futuro, sem causar prejuízos a outros ecossistemas.
- **Certificação da cadeia de responsabilidade (CdR)**
É o mecanismo que verifica que a madeira utilizada pela indústria da transformação é proveniente de florestas geridas de acordo com critérios de sustentabilidade. Constitui a etapa posterior à certificação da gestão florestal sustentada e é um procedimento necessário para conhecer a origem do produto.

Com esta dupla certificação, pode assegurar-se ao consumidor final que o produto adquirido foi fabricado por empresas que se abastecem de matéria-prima proveniente de florestas geridas com critérios de sustentabilidade.

A madeira procedente de florestas certificadas é controlada durante a cadeia de transformação, até chegar a produto final. A Certificação Florestal é um procedimento voluntário pelo que uma terceira parte independente (entidade certificadora) proporciona uma garantia escrita, tanto de que a gestão florestal é conforme com critérios de sustentabilidade (certificação da GFS), como de que se realiza um rastreamento fiável desde a origem dos produtos florestais ao produto final (certificação da CdR).

As modalidades gerais dos sistemas de certificação florestal são a individual (para proprietários particulares ou empresas a título privado) e a de grupo (para um conjunto de proprietários).

O sistema PEFC contempla ainda a modalidade de certificação regional que resulta muito eficaz em grandes áreas florestais de propriedade particular. O sistema FSC inclui além disso os denominados SLIMF (Small and Low intensity Managed Forests), que são propriedades de superfície inferior a 100 ha, ou com menos de 5.000 m³ de aproveitamento anual, e aproveitamentos anuais inferiores a 20% do crescimento médio.

A possibilidade de certificação em grupo no sistema PEFC teve uma grande aceitação ao representar mais de 70% da superfície certificada PEFC na Europa. Em alguns países como Alemanha, Finlândia, Áustria, Bélgica e França esta modalidade supõe uma aceitação de 100%.

Para garantir a rastreabilidade da madeira extraída de uma mata certificada até que chega ao consumidor, é realizada a certificação da cadeia de responsabilidade de acordo com o seguinte esquema de funcionamento. O sistema PEFC oferece várias possibilidades de certificação da cadeia de responsabilidade:

- **Método de separação física**
Deve-se garantir que a madeira certificada esteja separada ou seja claramente identificável em todas as etapas do processo de fabricação ou comercialização.
- **Método percentual**
A empresa poderá etiquetar como “Procedente de bosques geridos de modo sustentado” na proporção dos seus produtos que corresponda à quantidade utilizada de matéria-prima certificada. Este sistema é verificado pelos registos de inventários em cada etapa do processo.

Quando a empresa utiliza mais de 70% de madeira certificada pode etiquetar toda a sua produção com o logótipo PEFC. [32]

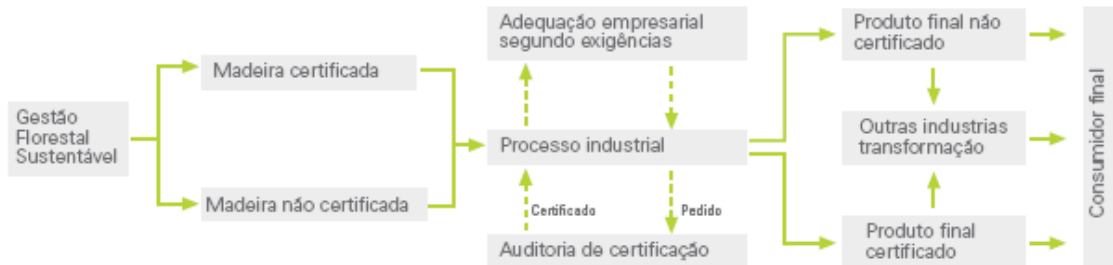


Fig. 6.3 – Diagrama de certificação da madeira. [32]

6.4 MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

6.4.1. CLASSIFICAÇÃO DAS MADEIRAS

A classificação das madeiras é um tema de grande importância uma vez que de esta classificação depende a qualidade do produto final acabado.

Esta classificação consiste em separar as madeiras com base na sua qualidade e em função do uso que se lhe irá dar. Esta operação devera ser feita o mais a montante possível, podendo inclusive ser feita uma classificação visual no momento do abate e depois uma classificação mais rigorosa já na serração.

Desta maneira pode ser feita uma rejeição de madeiras que não sejam aptas para determinadas utilizações e, assim, reencaminha-las directamente para indústrias nas quais possam ter mais utilidade (biomassa, pellets, etc) evitando, a acumulação de grandes quantidades de madeira de fraca qualidade que acarretarão custos de transporte para retirar-las das serrações em direcção a indústrias onde possam ser utilizadas.

No que se refere às duas maneiras de classificação das madeiras referidas anteriormente (visual no momento do abate e mecânica na serração), far-se-á uma breve descrição dos métodos a utilizar.

- Classificação visual das madeiras: Esta classificação devera ser feita tomando em consideração aspectos relacionados com a sua aparência, nomeadamente; nos, inclinação do fio, bolsas de resina, casca inclusa, descaio, fendas e degradação biológica. Outro aspecto muito importante consiste em determinar rigorosamente qual a idade da árvore a ser abatida em função do uso que se lhe irá dar (silvicultura direccionada e selectiva), pois para determinados usos deve-se esperar que a árvore atinja um porte considerável enquanto para outros não será necessária essa espera
- Classificação mecânica de madeiras após a sua serração: Esta classificação é feita com recurso a equipamentos próprios para o efeito e, se a classificação visual tiver sido rigorosa perder-se-á muito menos tempo a avaliar certos aspectos podendo ser assim mais rigorosos e rápidos avaliar defeitos da madeira que só se apreciam depois de ser serrada, como por exemplo empeno, algumas fendas, inclinação do fio, etc.

Para este efeito deve-se investir em máquinas mais modernas que façam esta classificação e que automaticamente rejeitem as madeiras que não cumpram o nível de aceitação imposto pelos programadores das máquinas em função do uso a dar à matéria-prima.

6.4.2. BOLSA DE CLASSIFICADORES VISUAIS

Para que a classificação visual seja verdadeiramente eficiente deve ser criado um grupo de especialistas aos quais se devere dar formação adequada para o efeito.

Para isso deverão ser criados cursos de formação profissional ou até académico nos quais serão ministradas aulas teóricas e práticas aos formandos de maneira a que estes obtenham conhecimentos para poder classificar visualmente os diversos tipos de madeiras.

Deverão ser feitos também cursos de reciclagem para os profissionais do sector para lhes dar a conhecer novas técnicas de classificação visual e para comprovar que desempenham correctamente o seu trabalho.

Esta seria uma boa maneira de cativar jovens e incentiva-los para trabalhar junto da natureza, contribuindo para uma melhor silvicultura e preservação das florestas, evitando abates despropositados e cuja matéria-prima não ira trazer nenhum valor acrescentado à indústria da madeira.

Estes profissionais não só deveriam classificar a madeira mas também controlar a forma como as árvores são abatidas, isto com o intuito de evitar que se danifiquem as que se manterão na floresta a aguardar a altura certa para o seu abate, uma vez que se danificamos as árvores que não são para abater, num futuro não muito longínquo não teremos matéria-prima para suprir as nossas necessidades.

Esta bolsa de classificadores visuais deveriam pertencer a uma associação ou entidade que seria contratada e paga pelos industriais da madeira pelos serviços prestados. Esse valor despendido não pode ser considerado um custo acrescido na produção uma vez que evitará grandes problemas a jusante do abate e aumentara o valor por m³ de madeira uma vez que a sua qualidade será superior, fazendo com que a madeira tenha uma maior procura para usos de maior valor acrescentado.

6.4.3. CRIAÇÃO DE LEGISLAÇÃO E REGULAMENTAÇÃO.

Devera ser criada uma legislação que obrigue a que a madeira seja utilizada para usos que produzam maior valor acrescentado e limitem o uso de madeira de Pinho bravo e outras para efeitos de baixo valor acrescentado, como por exemplo paletes, biomassa, pellets, etc, dando para o efeito um período de tempo para que os industriais e consumidores se adaptassem à nova legislação.

No que se refere às paletes, estas deveriam ser substituídas por outro material como por exemplo o plástico, que apesar de ser menos ecológico, tem uma muito maior durabilidade podendo ser utilizado muitas mais vezes que as paletes de madeira que na maioria das situações são utilizadas meia dúzia de vezes por serem bastante frágeis.

Relativamente à utilização de madeira como combustível para determinadas indústrias, este deve ser muito bem estudado, tendo em conta que o poder calórico da madeira é baixo, facto pelo qual tem que ser consumida quantidades muito grandes de madeira para satisfazer as necessidades da indústria que a ela recorre, não falando da grande quantidade de gases poluentes que são emitidos para a atmosfera após a sua combustão. Além destas situações, o mais grave de tudo isto é que se esta a consumir indiscriminadamente uma grande quantidade de madeira não seleccionada e que muitas vezes é matéria-prima de boa qualidade para fabrico de artigos de grande valor acrescentado para a indústria madeireira e para o País. Esta situação acarreta consequências dramáticas uma vez que a muito curto prazo teremos que importar madeira de Pinho bravo de boa qualidade para a indústria madeireira em vez de importarmos agora madeira de menor qualidade para estes usos de muito baixo ou nenhum valor acrescentado.

6.4.4. PRODUÇÃO DE LAMELADOS COLADOS COM RECURSO AO PINHO BRAVO PORTUGUÊS – UTILIZAÇÃO DE VALOR ACRESCENTADO.

Dada a importância que o pinho bravo apresenta para o nosso país, foi estudada a utilização desta espécie em estruturas de madeira lamelada-colada, nomeadamente no Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Esses estudos incidiram, no entanto, apenas sobre madeira não tratada para aplicação em interiores protegidos.

A utilização desta espécie poderá, no entanto, assumir um interesse particular no fabrico de estruturas para exteriores, ou em outras situações em que o risco de ataque biológico determine a necessidade de utilizar madeira com tratamento preservador em profundidade.

Terá pois interesse comparar as características físicas e mecânicas das espécies de madeira mais utilizadas com as do pinho bravo nacional, de modo a tentar averiguar potenciais vantagens ou desvantagens do pinho bravo para o fabrico de estruturas lameladas-coladas. [27]

O quadro 1 apresenta os valores médios das propriedades mais relevantes, obtidas para madeira limpa (sem defeitos).

Quadro 6.2 – Características das principais espécies usadas em madeira lamelada-colada [27]

Característica	Pinho bravo ¹	Casquinha ²		Espruce ³	Pseudotsuga ⁴	Pitespaine ⁵
		Redwood	Scots pine			
Densidade	0,53 - 0,60	0,4	0,53	0,45	0,46 - 0,50	0,51 - 0,59
Retração total (%)	Radial	4,9	2,6	4,1	4,2	3,8 - 4,8
	Tangencial	8,6	4,6	7,9	9,4	6,9 - 7,6
	Volumétrica	14,2	7,0	12,7	14,2	10,7 - 12,4
Flexão estática (N/mm ²)	Tensão de rotura	98,4	69	98	75	82 - 90
	Módulo de elasticidade	13800	9250	11760	10500	10300 - 13400
Compressão axial - tensão de rotura (N/mm ²)	47,3 - 57	42	54	39	43 - 51,2	48,2 - 58,4
Tracção transversal - tensão de rotura (N/mm ²)	3	1,7	2,9	2,2	2,3 - 2,7	3,2
Tracção axial - tensão de rotura (N/mm ²)	89,4**	-	102	90	107,6	80
Corte - tensão de rotura (N/mm ²)	10,2	1,5	9,8	-	7,8 - 10,4	9,6 - 11,6

* - Valores médios referidos ao teor de água de 12 %

** - Valor obtido de madeira seca ao ar, mas sem correcção para a humidade de 12 %

¹ - Fonte: Mateus (1961)

² - Fonte: Machado, J. Saporiti et al. (1997)

³ - Fontes: Carvalho (1996); http://www.storaenso.no/CDAvgn/main/0,,1_-4705-5754-,00.html

⁴ - Fonte: FPL - Wood Handbook (1999)

⁵ - Fonte: FPL - Wood Handbook (1999). Valores referidos para o conjunto das 4 espécies designadas por "Southern Pine", à excepção da tensão de rotura à tracção que foi obtida para apenas uma delas.

Observa-se que, globalmente, o pinho bravo tem acentuada semelhança com as espécies utilizadas na Europa e na América em estruturas de madeira lamelada-colada, apresentando no entanto valores de densidade e módulo de elasticidade bastante superiores à generalidade das espécies de Resinosas, com excepção do pitespaine que se aproxima bastante dos valores do pinho bravo. A densidade é uma das propriedades da madeira que se sabe afectar a colagem.

Com efeito, compreende-se que o aumento da densidade, e consequentemente da resistência ao corte da madeira, determine o aumento da resistência da ligação colada enquanto a rotura ocorrer pela

madeira. Para valores muito mais elevados de densidade, teremos uma penetração de cola mais reduzida e uma resistência da madeira cada vez mais elevada, fazendo com que a rotura passe a ocorrer pela cola, passando o acréscimo de densidade a ter um efeito negativo.

Nesta perspectiva, a densidade relativamente elevada do pinho bravo parece ser uma vantagem, devendo no entanto ser evitadas as peças com teor elevado de resina.

Apresentam-se algumas fotos com exemplos de construções recorrendo a vigas de lamelados-colados de madeira.



Fig. 6.4 a 6.6 – Fabrico de vigas em lamelados colados e foto de obra executada com este método

6.5 ARQUITECTURA

6.5.1. CASAS DE MADEIRAS

Em Portugal a grande maioria das empresas que se dedicam à construção de casas de madeira recorrem à utilização de madeiras importadas, na sua maioria Pinho Nórdico. No entanto têm sido desenvolvidos estudos no sentido de avaliar a possibilidade de utilizar a nossa madeira de Pinho bravo para a construção de casas de madeira de boa qualidade.

Existe neste momento pelo menos uma empresa com homologação para o efeito que é a A.Mesquita. No entanto outras empresas bastante conceituadas em Portugal como por exemplo a RUSTICASA poderiam também dedicar-se ao estudo desta madeira para poder utiliza-la, senão na totalidade da casa, pelo menos em alguns elementos construtivos. Esta medida seguramente iria reduzir os custos de construção uma vez que o valor do Pinho bravo é inferior ao das madeiras por estas empresas utilizadas.

Para que esta utilização seja possível é necessário seguir os critérios de selecção e classificação das madeiras referidos anteriormente, assim como, boas praticas silvícolas de maneira a obter madeira de qualidade com menos “nos”, uma vez que este é o defeito da madeira de Pinho bravo que mais condiciona a sua utilização por razões de estética, resistência, etc.



Fig. 6.7 a 6.9 – Casas de madeira de pinho bravo.

6.5.2. MATERIAIS DE MADEIRA PARA USOS ESPECIAIS

6.5.2.1. Painéis de correcção acústica

A madeira de Pinho bravo pode também ser utilizada para o fabrico de painéis de correcção acústica para auditórios, salas de conferência, etc.

Para isso basta que a madeira seja de boa qualidade e que seja feito investimento no que se refere ao design, modelos e estudos de funcionamento acústico a apresentar aos clientes.

Esta seria mais uma boa utilização de valor acrescentado para a madeira de Pinho bravo e todavia poderia ser melhor se se fabricassem painéis com diversas formas, isto é, não só planos mas também redondos de maneira a que haja uma diversidade de soluções para suprir as necessidades requeridas pelos Arquitectos e Engenheiros.



Fig 6.10 – Painéis de correcção acústica para auditórios

6.5.2.2. Placas de madeira resinosa

O OSB ou painel de lâminas orientadas é constituído por placas de lâminas em madeira resinosa, orientadas e dispostas em 3 camadas cruzadas. O OSB Timber, da Damadeira, SA, detém elevadas características para utilização estrutural. As principais aplicações deste produto adequam-se à carpintaria, aos telhados, às paredes, aos pavimentos técnicos e à decoração. Trata-se de placas para trabalhos exigentes em ambiente húmido. O chamado OSB 4 apresenta características de estabilidade, coesão e performances mecânicas fora do comum.

Nas aplicações estruturais, o uso das placas é recomendado em aplicações em estruturas com níveis de tensão elevados. O OSB Timber não pode ser utilizado em meio exterior, exposto às intempéries, de modo permanente. Já na área da carpintaria é utilizado em associação com madeira maciça para a construção de vigas, asnas e pórticos. Esta técnica simples e económica permite trabalhar “por medida”, adaptando cada trabalho às características próprias do estaleiro. O OSB Timber é utilizado

como alma de carga. Permite realizar com grande facilidade revestimentos económicos com a estética da madeira, natural e acolhedora.



Fig 6.11 – Placas de madeira resinosa OSB

6.6 MOBILIÁRIO

6.6.1. MOBILIÁRIO COM DESIGN FABRICADO COM MADEIRA DE PINHO BRAVO

As aplicações de carpintaria e mobiliário constituem, do ponto de vista da criação de valor acrescentado, um dos destinos mais atractivos para a madeira de pinheiro bravo. As características técnicas da madeira (moderadamente dura e fácil de trabalhar) e do seu aspecto natural característico (veio da madeira) oferecem vantagens que, associadas à aplicação de um desenho adequado e uma correcta aplicação das tecnologias de acabamento, tornam possível obter uma ampla gama de produtos de primeira qualidade.

Neste sentido, a experiência de sucesso de empresas com longa tradição no consumo de madeira de pinho (no caso do mobiliário, particularmente presentes em Portugal) constitui a melhor evidência de que é possível garantir resultados óptimos na qualidade do produto.

O enriquecimento estético da madeira de pinho oferece infinitas possibilidades, intervindo sobre as tonalidades de cor e graduações do brilho (desde o mate ao brilhante) dos acabamentos.



Fig. 6.12 – Mobiliário fabricado com madeira de Pinho Bravo.

6.6.2. MOBILIÁRIO URBANO E PARA ESPAÇOS AMBIENTALMENTE PROTEGIDOS

A capacidade da construção em madeira se adaptar a terrenos irregulares, respeitando a configuração natural da envolvente, faz com que o Pinho bravo seja um material muito adequado para a construção de pequenas obras auxiliares como passadiços, acessos pedonais, ou pontes.

A imaginação é o único limite que existe para conseguir criar espaços funcionais e atractivos que se integram perfeitamente na envolvente.



Fig. 6.13 e 6.14 – Mobiliário urbano fabricado com madeira de Pinho Bravo.

6.6.3. CAIXAS DE MADEIRA DE PINHO BRAVO PARA ARTIGOS VITIVINÍCOLAS

Para além de cumprirem perfeitamente os requisitos técnicos de conservação e protecção exigidos como meio de manipulação e transporte, as caixas de madeira possuem qualidades estéticas e ambientais que lhes conferem importantes vantagens do ponto de vista apelativo e comercial do produto.

Neste sentido, o carácter natural e renovável da madeira de pinheiro bravo, juntamente com a atractividade da sua textura característica, fazem com que esta aplicação seja bastante interessante.

Este conjunto de factores propiciou que se tenha vindo a registar um uso crescente de caixas de madeira em pinheiro bravo. A associação existente entre caixas de madeira e produtos de qualidade representa uma possibilidade de valorização muito interessante que esta a ser aproveitada de forma crescente.



Fig. 6.15— Caixas fabricadas com madeira de Pinho Bravo.

6.7. DIVULGAÇÃO E MARKETING DOS PRODUTOS FABRICADOS COM MADEIRA DE PINHO BRAVO

A divulgação e o marketing são dos factores mais importantes para indústria da madeira uma vez que se os nossos produtos não forem devidamente publicitados e apresentados a nível nacional e internacional, de nada nos vale produzir artigos de boa qualidade e valor acrescentado se depois estes não serão escoados e comercializados em mercados de grande nível, produzindo assim maiores lucros para quem tanto investiu no seu desenvolvimento e fabrico.

Para esta divulgação muito tem contribuído a AIMMP (Associação dos industriais da madeira e mobiliário português) nas suas inúmeras iniciativas a nível nacional e internacional para a divulgação dos nossos produtos, tendo ate apresentado os produtos com denominação “Marca Nacional dos Produtos Portugueses de Madeira para Construção” e “Marca Nacional de Mobiliário Português”

As empresas que aderiram a esta iniciativa tiveram uma reacção muito positiva. Afinal a marca é um instrumento privilegiado de promoção (interna e externa) dos produtos de madeira de empresas

portuguesas, logo um instrumento de inquestionável importância para melhorar a imagem, potenciar a prescrição e percepção de qualidade dos nossos produtos.

As empresas do sector têm sido sensibilizadas para a necessidade de potenciarem o aumento da qualidade percebida face aos produtos made in Portugal, se querem garantir o desenvolvimento das exportações, fazendo face às recentes alterações suscitadas nos mercados internacionais pela entrada da China na Organização Mundial do Comércio (OMC) e pela emergência de novos concorrentes. [33]

A “Marca Nacional de Mobiliário Português” segue a mesma filosofia, princípios e iniciativas da “Marca Nacional dos Produtos Portugueses de Madeira para a Construção”. Portanto, irá contribuir para o prestígio do sector e do país, facilitar os factores de competitividade comunicando ao mundo o conjunto de atributos positivos dos produtos de madeira portugueses, melhorar a imagem percebida da qualidade dos produtos certificados, afastar o mobiliário de madeira certificado com a Marca de posicionamento low price, aumentar a prescrição e as vendas de produtos e serviços das empresas detentoras da Marca. [33]

Existem outras iniciativas em Portugal que visam promover os produtos nacionais, uma delas é a “Associative Design®” “que promete promover a qualidade e o *design* dos produtos portugueses ao mais alto nível.



Fig .6.16 – Logotipo marca portuguesa

A marca “Associative Design®” nasceu de um projecto desenvolvido pela AIMMP, tendo como objectivos promover uma rede de cooperação entre as empresas da Fileira Casa e dar um novo posicionamento aos produtos portugueses. Por isso, apresenta-se com a assinatura *The Best of Portugal*. Trata-se, sobretudo, de contrariar a prática corrente de exportar móveis de uma forma isolada, passando antes a exportar todos os elementos que compõem a decoração de uma casa de modo integrado. Isto é, pretende-se fomentar a exportação do mobiliário português associado a um conceito de decoração, o que vai acrescentar valor junto do cliente final – este, mais do que um móvel, passará a comprar um conceito. [34]

O INTERWOOD mais do que um projecto, é um novo conceito de internacionalização. Desenvolvido pela AIMMP, contraria a noção corrente que incentiva os empresários desejosos de entrar em mercados internacionais a participar em feiras de forma subsidiada, mas sem qualquer preparação. Tem-se verificado que a participação isolada das empresas nesse género de eventos não é uma prática que lhes permita desenvolver, de uma forma consolidada, a sua internacionalização. Expor numa feira é apenas uma das etapas daquele processo. Por isso, o Interwood dirige-se a todos aqueles que têm a

percepção de que os eventos no estrangeiro não lhes trazem os resultados esperados ou que não sabem como abordar os mercados internacionais. Em suma, trata-se de um conjunto de acções integradas e sucessivas que garante às empresas uma boa preparação e o seu estabelecimento no mercado alvo de forma sustentada. A AIMMP pretende, assim, transformar o grau de 20% de incerteza de êxito com que actualmente se vai a feiras em 80% de certeza de êxito. [33]

Sendo a Fileira de Madeira uma das mais representativas em termos de exportação e com capacidade demonstrada ao longo dos anos, a AIMMP acredita estarem as empresas em boa posição para chegar quer aos grandes centros de consumo, quer a nichos de mercado como a hotelaria e a restauração.

Deste modo, o projecto prevê que, no final de todo o processo de internacionalização, as empresas aderentes estejam a exportar 30% da sua produção para os mercados alvo. [33]

Têm sido feitos inúmeros congressos onde participam as associações do sector da indústria da madeira e mobiliário em prol do desenvolvimento sustentado de toda a fileira de madeira e mobiliário portuguesa. Desses congressos resultam uma serie de documentos que sustentam a actuação futura das associações e será objecto das suas conversações com o Governo.

Uma das acções que já está a ser posta em prática, esperando-se resultados muito em breve, é o reconhecimento e incentivo do Governo à criação de um Pólo de Competitividade e Tecnologia para a fileira de madeira e mobiliário, tendo em conta a sua importância estratégica - é das poucas fileiras que rentabiliza os recursos endógenos do país e nas quais Portugal tem vantagens competitivas que resultam do tradicional saber-fazer. O Pólo terá como projecto âncora a internacionalização sustentada e exige a congregação de esforços e recursos tendentes à consolidação do “cluster”, à sua modernização e ao aumento da competitividade internacional.

Quanto à internacionalização, definiu-se que o apoio do Estado à promoção internacional dos produtos e empresas do sector deve ser mais ousado e inovador, nomeadamente promovendo-se uma ampla campanha qualificadora e distintiva do mobiliário e produtos de madeira portugueses. Neste âmbito, concluiu-se também que uma das formas de melhorar a eficácia das estratégias comerciais e de marketing reside no crescente recurso às parcerias empresariais, que permitem obter economias de escala e dimensão para chegar à distribuição e canais de comercialização. [35]

6.8. DESAFIOS DE QUALIDADE

A utilização sustentada de produtos de madeira na construção coloca desafios relacionados com actividades de formação, de desenvolvimento de produto, de certificação e de divulgação, que se estendem aos diversos agentes envolvidos.

Estas actividades são essenciais de forma a eliminar situações frequentes em que a conjunção de especificações incorrectas ou ambíguas e o fornecimento de materiais e produtos de características inadequadas levam a um comportamento deficiente dos elementos de madeira em serviço e a sua frequente troca por outros tipos de materiais não lenhosos.

Assim, considera-se essencial:

- Melhorar a comunicação entre a oferta (Indústria da Madeira) e a procura (Arquitectos, projectistas e Indústria da Construção), através da divulgação do panorama normativo e regulamentares aplicáveis a produtos de madeira e da formação dos agentes envolvidos (arquitectos, projectistas e Indústrias da Construção em geral) acerca das propriedades do material e do seu comportamento em serviço.

- Tornar possível seleccionar de entre as Industrias da Madeira aquelas empresas que encaram a Industria da Construção como um potencial cliente, colocando ao seu dispor produtos de madeira (pavimentos, janelas, elementos para fins estruturais, etc.) que tenham como suporte a marcação CE (garantia de qualidade mínima). A limitação do número de empresas, fornecedoras de produtos de madeira, permitiria eliminar a concorrência desleal de empresas sem capacidade para desenvolver novos produtos ajustados a um nível de qualidade superior.

Estas acções permitiriam limitar casos de falha em serviço da madeira devido:

- À generalizada falta de formação (mesmo ao nível de quadros superiores) relativamente à utilização de madeira na construção;
- A uma percepção histórica desajustada da realidade em que assenta grande parte das especificações elaboradas por projectistas e arquitectos.
- A uma utilização ambígua de termos e conceitos, que torna difícil conciliar o que de facto é solicitado com o produto ou material entregue.

Relativamente ao papel das Instituições de I&D, torna-se necessário ultrapassar a desconfiança existente entre estas e a Indústria, derivada em grande parte pelo seu distanciamento durante muitas décadas. No entanto saliente-se que a actuação dos núcleos de I&D, envolvidos em investigação aplicada, deverá estar voltada para projectos inovadores, apoiando as empresas no desenvolvimento e aperfeiçoamento de produtos já comercializados e promovendo investigação própria abordando o desenvolvimento de novos produtos e o desenvolvimento de metodologia de avaliação do comportamento a longo prazo desses produtos (durabilidade mecânica e biológica). [28]

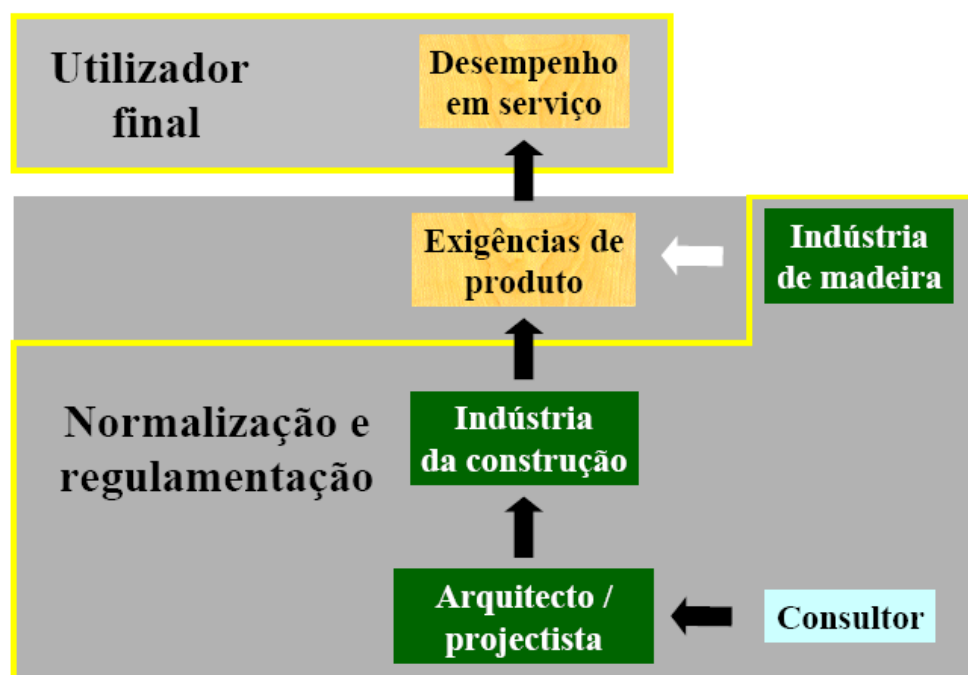


Fig. 6.17 – Exigências de qualidade e avaliação de desempenho de produtos de madeira. [28]

7

CONCLUSÃO

As sociedades modernas e desenvolvidas apresentam uma significativa dependência dos produtos florestais, que aliam as suas múltiplas utilidades funcionais a uma imagem e simbolismo de conforto, estética e qualidade.

O nosso país dispõe de condições ecológicas favoráveis à produção florestal, quer lenhosa quer não lenhosa. No primeiro caso destacam-se o Pinheiro bravo e o Eucalipto que estão na base de duas importantes, integradas e estratégicas fileiras industriais, respectivamente de madeira e mobiliário e de pasta de papel.

Os produtos florestais são omnipresentes no nosso quotidiano, do papel à madeira e à cortiça ou ainda na alimentação, perfumaria, drogaria ou farmácia e mesmo em moderna e sofisticada tecnologia. São considerados produtos amigos do ambiente porque são naturais, renováveis, recicláveis e reutilizáveis sendo hoje exigência crescente que provenham de florestas geridas de forma sustentável.

O pinheiro bravo é o principal fornecedor de matéria-prima para a indústria da madeira - serração, painéis, mobiliário e carpintaria. A madeira é um material resistente e fácil de trabalhar, de elevado valor estético, agradável ao tacto, sendo um dos materiais com o qual o Homem tem uma mais forte relação afectiva

A floresta de Pinheiro bravo é das componentes mais minifundiárias da floresta portuguesa, na qual praticamente não há envolvimento directo das indústrias utilizadoras de Pinheiro bravo. O envolvimento directo do Estado também é limitado. Faltam, assim, grandes investidores institucionais neste tipo de floresta pelo que a sua defesa e valorização será inviável sem a organização colectiva dos principais proprietários florestais, grande parte deles, com explorações de pequena ou média dimensão.

Apesar de Portugal ser um dos maiores importadores europeus de madeiras tropicais, o Governo e a Administração Pública não demonstram qualquer preocupação acerca do desenvolvimento e implementação de medidas e políticas de procura e compras responsáveis de produtos florestais de origem certificada para as obras públicas e habitação

Embora as serrações transformem madeira de outras espécies de origem nacional ou importada, a madeira de pinho continua a ser ainda a sua matéria-prima principal.

A indústria dos painéis arrancou e desenvolveu-se muito com base no fabrico de aglomerados onde a madeira de pinho bravo era e ainda é a matéria-prima fundamental. Hoje em dia os principais produtos desta indústria são os painéis de fibras. Hoje, tal como no passado, as exportações são o principal destino da produção.

O conhecimento das propriedades físicas e mecânicas da madeira é de extrema importância para poder saber qual a melhor utilização a dar-lhe e evitar, tal como no passado, que se fabriquem artigos com madeira mal tratada ou para fins para os quais não era adequada.

Existem 2 fases principais de transformação da madeira. A primeira fase da transformação da madeira refere-se ao conjunto de operações realizadas sobre a madeira em toro, proveniente da floresta, cortada em diversos grupos e dimensões.

Correntemente inclui-se na primeira transformação da madeira o trabalho das serrações e toda a indústria de derivados em placa, designados por “painéis de madeira”, e o trabalho associado ao tratamento prévio das madeiras (secagem e preservação).

Na segunda transformação incluem-se, todas as operações de colocação de madeira serrada, com maior ou menor tradicionalismo

- Paletes e embalagens;
- Mobiliário;
- Carpintaria de interiores;
- Fabrico de componentes para a construção com destaque para materiais estruturais tais como os lamelados-colados, vigas tipo I, LVL ou outros similares;
- Outros produtos de madeira, menos correntes, tais como utensílios diversos do tipo; lápis, palitos, louça, utensílios de cozinha;

A segunda transformação faz com que o aproveitamento do recurso madeireiro alcance todo o seu potencial económico.

A utilização da madeira pela indústria de construção enfrenta ainda uma forte competição por parte de outros materiais de construção (aço, plásticos, pedra, etc.). No caso concreto dos recursos florestais nacionais, a realidade do mercado único acarreta ainda a forte competição de recursos florestais provenientes dos diversos países europeus.

A conjuntura da Floresta Nacional implica que a madeira de Pinho bravo constitua o principal recurso florestal nacional com uma produção comercial significativa, sendo a única fonte sustentável de fornecimento da madeira à indústria. No entanto esta madeira é geralmente considerada, quer em Portugal quer noutros países para os quais é exportada, como sendo uma madeira de fraca qualidade, devido em grande parte à :

- Sua utilização no passado em condições de aplicação e utilizações finais não sustentáveis (implicando falha em serviço);
- Incapacidade da indústria nacional em responder de forma adequada às solicitações, fornecendo de modo reiterado material desajustado face aos requisitos constantes no caderno de encargos;

A sua utilização é ainda limitada:

- Pela forte competição interna (procura) por parte de indústrias de pasta e papel, de placas de derivados de madeira e outras (por exemplo: paletes).
- Pela crescente importação de Resinosas proveniente de outros países europeus, nomeadamente de países Nórdicos.

A utilização da madeira na construção deverá ser promovida segundo uma lógica de produto (com características físicas, mecânicas e de durabilidade definidas em face de um determinado fim), de

forma a equiparar-se a outros materiais que se apresentam perante a Indústria da Construção sob a forma de produtos prontos a serem incorporados na obra.

Existem uma serie de medidas a tomar para uma melhor sustentabilidade da floresta portuguesa e da matéria-prima dela retirada. Para que essa melhoria seja concretizada deve-se ter em atenção alguns aspectos que de seguida se enunciam:

- Uma melhor política florestal.
- Melhorar a silvicultura do Pinheiro bravo
- Materiais de construção. Critérios para uma maior e melhor utilização
- Arquitectura. Casas de madeira, carpintaria, etc
- Mobiliário que produza valor acrescentado à utilização do Pinheiro bravo na sua concepção.
- Desenvolvimento de campanhas de Marketing dos produtos nacionais fabricados com recurso ao Pinho bravo português.

Toda a produção bem organizada tem um objectivo tecnológico definido. Por tanto o empresário florestal deve conhecer as exigências das indústrias e as possibilidades das essências antes de empreender a arborização. Mas nem sempre é fácil atingir este ideal, já pela deficiente informação do produtor, já pela imprecisa definição das características do material por parte das unidades transformadoras.

Desta maneira, não restam dúvidas de que as fabricas devem saber especificar devidamente as suas exigências, tal como os florestais têm obrigação de saber o que produzir e como produzir de acordo com esses imperativos.

Seguindo todas estas medidas não me restam duvidas que vão haver grandes melhorias a médio prazo na qualidade da madeira de Pinho bravo e dos produtos fabricados com esta madeira.

Com o incentivo à utilização deste matéria na construção, com campanhas de marketing promovendo a construção de habitações sofisticadas e modernas, penso que o futuro do Pinho bravo Português será muito mais risonho do que tem sido até agora uma vez que começa a haver mais interesse por esta matéria-prima.

BIBLIOGRAFIA

- [1] SANDE E SILVA, J E OUTROS. *A floresta Portuguesa, imagem de tempos idos*. Publico/Fundação Luso Americana, Lisboa, 2007. ISBN. 978-989-619-098-9
- [2] SANDE E SILVA, J E OUTROS, B. *Pinhais e Eucaliptais, a floresta cultivada*. Publico/Fundação Luso Americana, Lisboa, 2007. ISBN. 978-989-619-101-6
- [3] http://assets.panda.org/downloads/sumario_estudo_mercado_wwf2009.pdf, 13/11/2009
- [4] <http://www.aimmp.pt/DOCUMENTOS/sector2006.pdf>, 01/12/2009
- [5] MATEUS, TOMAS J.E., *Bases para o dimensionamento de estruturas de madeira, memoria 179*. LNEC,Lisboa, 1961
- [6] SARDINHA, AUGUSTO MANUEL., *Ciência e tecnologia das madeiras*. UTAD, 1988
- [7] LNEC. *Humidade da madeira, ficha de madeira para a construção MC9*. Lisboa, 1997. ISSN 0873-6472
- [8] CARVALHO, ALBINO., *Madeiras portuguesas - utilizações em mobiliário*. INIA, 1979
- [9] <http://www.fcba.fr/>, 01/12/2009
- [10] EN 338:2003.E. *Structural timber – strength classes*
- [11] LNEC. *Pinho bravo para estruturas, ficha de madeira para a construção MC2*. Lisboa, 1997. ISSN 0873-6472
- [12] EN NP 1194:2002. *Estruturas de Madeira – Madeira lamelada-colada – classes de Resistência e determinação dos valores característicos*
- [13] NP 618:1973. *Madeiras ensaios de compressão axial*
- [14] NP 623:1973. *Madeiras ensaios de corte*
- [15] http://www.atlanwood.org/4_industria%20transformacion_pt.pdf, 13/11/2009
- [16] JANKOWSKY, I.P., *Equipamentos e processos para secagem da madeira*. Piracicaba, São Paulo, 1995
- [17] CARVALHO, ALBINO., *Madeiras portuguesas Vol I e II*. Instituto Florestal, 1996. ISNB 972-8097-26-3
- [18] LNEC. *Especificação de madeiras para estruturas MC1*. Lisboa, 1997. ISSN 0873-6472
- [19] <http://www.ipq.pt/backfiles/nematodo2.pdf>, 13/11/2009
- [20] SANTOS, E., *Educação Tecnológica*. Areal Editores, Lisboa, 1991
- [21] <http://www.sonae-industria-tafisa.com/>
- [22] VALENTE, V., *Madeiras*. Areal Editores, Lisboa, 1991
- [23] NP 747:1969. *Pavimentos de edifícios – tacos de madeira – definições e características gerais*
- [24] NP 748:1969. *Pavimentos de edifícios – tacos de Pinho bravo – características e classificação*
- [25] MENDES VAZ, STÉPHANE., *Avaliação Técnica e Económica de Casas Prefabricadas em Madeira Maciça*. FEUP, Porto, 2008

- [26] MOPTH- LNEC., *Homologação de novos materiais e processos de construção, construção de madeiras – DH 758*, Lisboa, 2004
- [27] <http://www.esac.pt/cernas/cfn5/docs/T4-39.pdf>, 23/11/2009
- [28] <http://www.scielo.oces.mctes.pt/pdf/slu/v12n2/12n2a05.pdf>, 13/11/2009
- [29] http://www.aimmp.pt/ordenartabela_press/press_estudoSerracoes_25Nov09.pdf, 14/12/2009
- [30] CARVALHO. ALBINO., *Produção e exploração de madeiras, Aspectos tecnológicos.*, INII madeiras, Lisboa, 1970
- [31] http://www.atlanwood.org/2_recurso%20forestal_pt.pdf, 02/01/2010
- [32] http://www.atlanwood.org/3_gestion%20forestal%20sostenible_pt.pdf, 02/01/2010
- [33] http://www.aimmp.pt/ordenartabela_press/press_internacionalizacao_20fev08.pdf, 14/01/2010
- [34] http://www.aimmp.pt/ordenartabela_press/Press_AIMMP_AssociativeDesign_14jan08.pdf, 14/01/2010
- [35] http://www.aimmp.pt/ordenartabela_press/press_3CongConclusoes_4set08.pdf, 14/01/2010